Maschinenkunde

und

Maschinenzeichnen

von

Sebastian Haindl,
Professor an der kgl. polytechnischen Schule, Docenten an der kgl. Akademie der bildenden Künste, technischem Vorstande der Schule der praktischen Mechanik an der Handwerks-Feiertagsschule München rc., ordentlichem, correspondirendem und Ehrenmitgliede mehrerer Vereine zur Förderung der Industrie und der bildenden Künste.

Zweite Auflage.

Mit einem Atlas von 64 Blättern in Folio.

München.
Literarisch-artistische Anstalt
der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.
1852.

Seiner Majestät dem Könige

Maximilian dem Zweiten

von Baÿern

in allertiefster Ehrfurcht

gewidmet

von dem

Verfasser.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Als vor 25 Jahren unter des Königs Ludwig des Ersten von Bayern Regierung die polytechnische Schule zu München gegründet und eröffnet worden war, an welche ich als Professor berufen wurde, war noch kein Werk vorhanden, welches, den Bedürfnissen der Zeit entsprechend, für den Unterricht in den Fächern: Maschinenkunde und Maschinenzeichnen hätte benützt werden können.

Eine eben so große Lücke in der technischen, besonders der deutschen Literatur, war der gänzliche Mangel brauchbarer Musterzeichnungen zum Entwerfen und Construiren von Maschinen für die Ausführung, was höchst fühlbar für jeden war, der sich, gleich mir, auf dem weitverzweigten Gebiete der angewandten Mechanik praktisch arbeitend bewegt hatte. Ich war bestrebt, diesem Mangel vor allem in Bezug auf den Unterricht abzuhelfen, und arbeitete mehrere Blätter Handzeichnungen, die wichtigsten Maschinen-Elemente, Verzahnungen, Schrauben ꝛc. enthaltend, aus, welche bei meinem Unterrichte benützt wurden und noch gebraucht werden. Dieselben reichten jedoch bei der schnell gesteigerten Schüler-Frequenz nicht mehr aus, und ich schrieb, vielfach von meinen Schülern und intelligenten Praktikern, welche

letztere diese meine Arbeiten kannten, und durch Anwendung bereits würdigen gelernt hatten, angeregt, über einen Theil desselben ein kleines Werk „Construktion der Verzahnungen ꝛc.“ welches nach zehn Jahren seines Erscheinens in deutscher Sprache, ohne mein Wissen und Zuthun, ins Französische übersetzt und zu Mühlhausen und Paris neu aufgelegt wurde.

Inzwischen setzte ich, das immer dringender werdende Bedürfniß wohl kennend, die Ausarbeitung von Musterblättern, weiterer Maschinen-Elemente, wie materielle hölzerne und gußeiserne Zahn- und Wasserräder, Zapfen und deren Lager, Balanciers, Kuppelungen ꝛc. mit Benützung anderer und meiner im Verlaufe von mehreren Jahren an selbst entworfenen und ausgeführten Maschinen und ganzen Fabriken gewonnenen Erfahrungen eifrigst fort, bearbeitete den Text hiezu in bündiger, den Praktikern leicht verständlicher Sprache, und trat, als das ganze schon weit gediehen war, mit der Cotta'schen literarisch-artistischen Anstalt dahier über die Herausgabe eines dieselben enthaltenden größeren Werkes in näheres Benehmen.

In Folge schneller Einigung erschien bereits 1839 die erste Lieferung dieses Werkes, betitelt „die Maschinenkunde und die Maschinenzeichnung ꝛc.“, welcher so schnell als es die typo- und lithographische Ausführung desselben gestatteten, eine 2te, 3te, und 4te Lieferung folgten, so daß das ganze Werk, bestehend in 52 farbig gedruckten und theilweise colorirten Platten mit 46 Bogen Text in Quart 1843 im Handel war. Ich hatte mich bereits beim Erscheinen der ersten Lieferung der ersten Auflage und in deren Vorrede über die Absicht und den Zweck ausgesprochen, welche mich bei dessen Bearbeitung geleitet haben; es sollte nämlich dieses Werk einerseits ein Hülfsmittel für den Unterricht in technischen Schulen bilden, anderseits sollten die Tafeln Muster von Construktionen und Anhaltspunkte bei Neuanlagen und Verbesserungen älterer Werke ꝛc. gewähren. Wie aus Briefen und mündlichen

Mittheilungen von Direktoren und Professoren technischer Bildungsanstalten, praktischen Mechanikern, Maschinenfabrikanten und anderen Sachkundigen selbst außereuropäischer Länder hervorgeht, wurde dasselbe freudig begrüßt, und in längst bestehenden berühmten Schulen als Unterrichts- und Musterwerk allenthalben eingeführt und benützt, wovon ich mich auf meinen Reisen an Ort und Stelle mehrfach überzeugt habe und nach im vorigen Jahre erhaltenen Mittheilungen in Amerika ins Englische übersetzt. In bald hierauf und später erschienenen Werken gleicher und verwandter Fächer wurde manches der ersten Auflage meines Werkes entnommen, unter Nennung meines Namens oder auch unter Verschweigung desselben; ich habe in der Vorrede zu jener ersten Auflage Schriftsteller, wie Le Blanc, Gerstner, Hülße, Egen ꝛc. angeführt, welche bei dessen Bearbeitung benützt worden sind, und füge weiter als benützt bei der jetzigen zweiten besonders Armangaud und Flachat bei. Unbefangene Beurtheiler, welche das große, sich täglich erweiternde Gebiet der Maschinenkunde kennen, werden dieses um so weniger beanstanden, als, wie in der ersten Auflage, auch in dieser zweiten selbstständige Bearbeitungen, so wie viele von mir construirte und praktisch ausgeführte Gegenstände nicht mangeln.

Wenn der schnelle Absatz eines Werkes für dessen Güte spricht, so dürfte die Maschinenkunde gewiß hierauf Anspruch machen; wie schon angeführt, war die erste 1200 Exemplare umfassende Auflage 1843 fertig und in den Handel gekommen; 1847 wurde mir bereits von der Verlagshandlung angezeigt, daß nächstes Jahr die zweite Auflage erscheinen würde; das Jahr 1848, welches auf den Handel wie auf Künste und Wissenschaften nichts weniger als vortheilhaft eingewirkt hatte, führte jedoch eine Verzögerung hierin herbei. Die günstigere Gestaltung der Zeitverhältnisse war wieder eingetreten; daher wurde im Jahre 1850 die

Bearbeitung neuer Platten in Angriff genommen und so rasch fortgesetzt, daß jetzt, beim Erscheinen der ersten Lieferung der zweiten Auflage, nur noch wenige fehlen, welche alle bis Michaelis 1852 fertig sind, bis wohin das ganze Werk wieder vollständig im Handel seyn wird.

Wie bei der Abfassung aller meiner Schriften hat mich auch bei der Bearbeitung der ersten und zweiten Auflage dieses Werkes der Wunsch geleitet, daß es mir gegönnt seyn möchte, mit meinen Kenntnissen vielseitig Nutzen zu schaffen. Ich habe, wie immer, zunächst die Bedürfnisse meines Vaterlandes Bayern und die des gesammten Deutschland im Auge gehabt und wünsche, daß mein Streben nicht fruchtlos bleiben möge.

München, am Sylvesterabend 1851.

Der Verfasser.

Einleitung.

Die Arbeiten, welche nothwendig sind zur Herstellung der so mannichfachen Gegenstände, die zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse dienen, sind chemische, mechanische oder beides zugleich; die hiebei vorkommenden Verrichtungen machen theils mannichfache Werkzeuge (Instrumente), theils verschiedene Maschinen nothwendig.

Unter Werkzeug (Instrument) versteht man jedes einfache Geräthe, welches, bloß mit den Händen geführt, zu einer bestimmten Verrichtung eingerichtet ist, durch deren mehrere ein Gegenstand gewöhnlich erst seine Vollendung erhält.

Ein Geräthe, das durch Hinzufügung richtiger Structur eine mehr geregelte Bewegung erhält, welche nicht mehr in dem Maße, wie beim Werkzeuge, von bloß willkürlicher Führung mit den Händen abhängt, und die Arbeit in größerer Masse liefert, nennt man eine Maschine.

Die Werkzeuge, deren Künstler, besonders aber Handwerker, bei ihren Arbeiten bedürfen, sind äußerst zahlreich; ihre Beschaffenheit richtet sich nach den mittelst derselben zu bewerkstelligenden Leistungen, welche die Verschiedenheit der hervorzubringenden Gegenstände bedingt.

Die Arbeiten, welche mittelst Werkzeugen sowohl als Maschinen verrichtet werden, bestehen in der Ausdehnung von Gegenständen, deren Zertheilung und Vereinigung, und in Förderung derselben von einem Orte an einen andern hin, und hiernach richtet sich die Gestalt der Werkzeuge, deren Grundform übrigens stets die der mechanischen Potenzen, vorzüglich Hebel und schiefe Fläche (Keil), ist, deren Handhabung und genaue Kenntniß rücksichtlich ihrer Güte und ihres vortheilhaften Gebrauches aber nur praktisch gelehrt und erlernt werden kann.

Die Maschinen, deren Zahl besonders in den letzten 20 Jahren eine bedeutende Ausdehnung erreicht hat, und sich stets mehr und mehr vergrößert, haben zum Zwecke, die mittelst der Werkzeuge zu verrichtenden Arbeiten in größerer, oder doch gleicher Vollkommenheit mit jenen bei dem möglich geringsten Kostenaufwande in der kürzesten Zeit zu liefern. — Die Kräfte, welche die zur Erlangung der gewünschten

Resultate geeigneten Bewegungen in Maschinen bezwecken, sind die der Menschen und Thiere, dann Wasser, Wind, Gewichte, Federn, Dämpfe, erhitzte Luft und in Zukunft sicherlich auch Elektro-Magnetismus.

Menschen und Thiere werden als bewegende Kraft benützt, mittelst ihres Körpergewichtes und ihrer Muskelkraft, oder, was am häufigsten der Fall ist, durch beides zugleich; Wasser und Wind, unter allen die wohlfeilsten Kräfte, ersteres durch seinen Stoß auf Flächen und durch seine Schwere, letzterer bloß durch seinen Stoß; Gewichte mittelst ihrer Schwere, — Federn, Dämpfe und erhitzte Luft aber vermöge ihrer Elasticität.

Die Bewegungen, welche in Maschinen vorkommen, sind entweder gerad- oder krummlinige; sie können in einer oder in verschiedenen Ebenen, nach Curven von einfacher oder mehrfacher Krümmung stattfinden. Diese Bewegungen können ferner entweder nach einer und derselben Richtung erfolgen, wo man sie fortschreitend oder fortgehend nennt, oder auch nur eine gewisse Strecke zurücklegen und denselben Weg in entgegengesetzter Richtung zurückkehren, wo sie fortschreitend wiederkehrend, glattweg wiederkehrend, genannt werden.

Bei diesen Bewegungen kann die Geschwindigkeit gleichförmig oder ungleichförmig, und gleich der angewandten Kraft, oder auch größer oder kleiner als diese seyn; nebstdem ist es selten der Fall, daß die durch eine der angeführten Kräfte bewirkte Bewegung sogleich zum gewünschten Resultate führt, sondern dieselben müssen entweder noch weiter fortgepflanzt, übergetragen, oder in andere Bewegungen umgewandelt werden, je nachdem es der zu erreichende Zweck einer Maschine erheischt.

Die Kenntniß der hiezu nöthigen Theile oder Elemente, so wie deren Zusammensetzung zu einem vollkommenen Ganzen, wodurch mittelst der Einwirkung irgend einer Kraft jene zur Erlangung eines gewünschten Resultates geeigneten Bewegungen hervorgebracht werden, umfaßt das Gebiet der Maschinenkunde; die Darstellung derselben aber nach den hiebei verschieden obwaltenden Bedingungen, die für die Maschinenkunde unentbehrliche Sprache, das Maschinenzeichnen.

Die Maschinenkunde und das Maschinenzeichnen, beide unzertrennlich und Hand in Hand gehend, können nur mit einander gelehrt, und werden in nachfolgender Ordnung abgehandelt werden.

Elemente der Maschinen.

1) Schrauben als diejenigen Elemente, welche im Gebiete der Technik am häufigsten vorkommen.

2) Wellen, Zapfen und deren verschiedene Lager (Anwellen).

3) Holzverbindungen.
4) Verzahnungen, Daumen und excentrische Scheiben.
5) Rollen und Scheiben mit Schnüren, Bändern und Ketten.
6) Kuppelungen und Fortpflanzung der Bewegungen mittelst gekuppelter Wellen.
7) Auslösungen.
8) Kurbeln, Balanciers und Zugstangen ꝛc.
9) Verwandlung der Bewegungen.
10) Hemmungen.
11) Schwungräder.
12) Wasserräder.
13) Röhrenverbindungen und Verzweigungen.
14) Wechsel- und Compensations-Vorrichtungen, Stopfbüchsen.
15) Ventile und Kolben.

Aufnahme von Maschinen

und deren Darstellung nach den Grundsätzen der rechtwinkligen, schiefen und perspectivischen Projection als Arbeits- und Musterzeichnungen in Contouren mit Schattenlinien, theils schraffirt, theils vollkommen schattirt und mit Farben ausgeführt.

Elemente der Maschinen.

Erste Abtheilung.

Die Schrauben.

Blatt 1 Fig. 1 — 23 und Blatt 2 Fig. 24 — 31.

§. 1.

Die Schraubenlinie.

Wenn sich ein Punkt a, a' an einem Cylinder so bewegt, daß die von ihm erzeugte Linie die geraden Erzeugenden des Cylinders unter con- Bl. 1. Fig. 1.

Bl. 1. Fig. 1. stantem Winkel durchschneidet, so beschreibt der Punkt auf der Cylinder-Oberfläche eine Curve von doppelter Krümmung a, b, c — n, I, II, III, 2c., welche man **Schraubenlinie** (**Helisse**) nennt; ist die Erzeugung der Curve so weit vorgeschritten, daß sich der sie erzeugende Punkt a, a' in derselben Cylinderkante a, 12 befindet, in welcher er ursprünglich angenommen wurde, so nennt man den Theil der Curve a, b, c — n **einen Gang**, und die Entfernung a, n vom Anfange a bis zum Endpunkte n eines Ganges dessen **Höhe** oder **Steigung**.

So wie für jede Curve von doppelter Krümmung kann man auch für die Schraubenlinie nur einzelne Punkte bestimmen, durch deren Vereinigung man dann die Projection erhält. Zu diesem Behufe theilt man die Basis des Cylinders von dem gegebenen Anfangspunkte a' in eine beliebige Anzahl gleicher Theile a' b', b' c', c' d' 2c., und betrachtet die Theilpunkte a', b', c' 2c. als horizontale Projectionen gerader Erzeugender des Cylinders, deren verticale Projectionen kIX, aXII, sVII 2c. man von diesen aus senkrecht auf die Projectionsachse zieht. Man trägt nun die gegebene Höhe oder Steigung A N eines Ganges der Schraubenlinie von deren Anfangspunkt a auf die durch a gehende gerade Erzeugende a XII von a nach n, theilt diese in die nämliche Anzahl gleicher Theile, in welche man die Basis eingetheilt hat, hier in 12 Theile, und zieht von diesen Parallele zur Projectionsachse bis zu den geraden Erzeugenden, welche aus den dem gleichen Zahlenwerthe dieser Theile entsprechenden Buchstaben a' b' c' — m', von a ausgehend, geführt sind, wodurch man die Punkte a, b, c, d — n als solche in der verticalen Projection der Schraubenlinie liegende, und durch deren Vereinigung diese selbst erhält, deren horizontale Projection, da die Curve auf der Cylinderoberfläche sich befindet, welcher Cylinder aber senkrecht auf der horizontalen Tafel steht, dessen Basis ist. — Man hätte die in der Curve liegenden Punkte a, b, c — n auch dadurch erhalten können, daß man die an willkürlicher Stelle angenommene Steigung AN eines Schraubenganges in die gleiche Anzahl Theile 1, 2, 3 — 12 getheilt, und diese auf die Erzeugenden des Cylinders von der Projectionsachse an in die, den fortlaufenden von a' anfangenden Buchstaben entsprechende Anzahl aufgetragen hätte, wo also die von b' ausgehende erste Erzeugende sb = A 1; die von c' als zweite pc = A 2; die von d' als dritte wd = A 3 2c. gemacht würde. —

Da man sich den Cylinder, auf welchen die Schraubenlinie gezeichnet ist, aus voller, fester Masse bestehend denkt, so ist klar, daß nur der auf seiner vordern Seite sich befindende Theil a, b, c, d, e der Schraubenlinie, so wie der l, m, n nach den Grundsätzen der orthogonalen Projection sichtbar und als solcher voll ausgezogen wird; hingegen der auf der hintern

Seite sich befindende e, f, g, h, i, k, l als verdeckt liegend gestrichelt Bl. 1. Fg. 1.
seyn muß.

Sollen noch mehrere Gänge der Schraubenlinie dargestellt werden, so kann dieses entweder so geschehen, daß man vom Endpunkte n des ersten Ganges alle Theile der Steigung **AN** aufträgt, und von ihnen wieder Parallele zur Projectionsachse bis zu den zugehörigen Erzeugenden führt, oder daß man durch den Endpunkt n des ersten Ganges eine Wagrechte n t zieht, und von dieser, gleich wie beim ersten Gange von der Projectionsachse aus die Theile **A** 1, **A** 2, **A** 3 ꝛc., auf die Erzeugenden in der Reihenfolge der Buchstaben a′, b′, c′ ꝛc. aufträgt, wodurch man die Punkte **I**, **II**, **III** — **XII** erhält, welche wieder mit einander vereinigt werden.

Schneller aber noch kann man, wenn einmal ein Gang der Schraubenlinie construirt ist, denselben vervielfältigen, indem man die gegebene Steigung **AN** von den Punkten b, c, d ꝛc. auf die gleichen Erzeugenden dieser Punkte aufträgt, wodurch man **I**, **II**, **III**—**XII** als Punkte eines neuen Ganges erhält, welche auf gleiche Weise für solche eines dritten, und diese für solche eines vierten Ganges ꝛc. benützt werden können.

Es ist sehr zu wünschen, daß jeder, der sich der Maschinenkunde und dem Maschinenzeichnen widmet, bereits so viele Fertigkeit im Freihandzeichnen erworben habe, die Vereinigung der für die Schraubengänge construirten Punkte beim Auszeichnen mit Tusch aus freier Hand bewerkstelligen zu können; allein da dieses selten der Fall ist, und bei der Symmetrie und der stätigen Krümmung der Curve die kleinsten Unebenheiten sich dem Auge bemerkbar machen, so ist es besser, wenn man sich hiezu der sogenannten Krumm- oder Schwunglineale, noch besser aber eigens anzufertigender Chamblone (Lehren) bedient, welche von steifem Papier, besser aus Fourniren von hartem Holze (Birnbaum, Ahorn), am besten aber aus dünnem Messingblech oder Zink ausgeschnitten und mit feinen Feilen genau nach der construirten Curve bearbeitet werden. — Es ist keineswegs nothwendig, die Lehre für einen ganzen Gang herzustellen, sondern es genügt, dieselbe für einen Viertels-Gang e, f, g, h anzufertigen, indem das andere Viertel h, i, k, l ganz gleich mit dem ersten ist.

Mit Benützung der Chamblone können die Projectionen der Gänge mittelst der gewöhnlichen Reißfedern mit Tusch ausgezogen werden; jedoch erfordert die Haltung der Feder, so wie der Chamblone zum vollkommenen Gelingen der Curven einige Uebung, welche man zuvor auf anderem Papier vornehmen muß.

§. 2.

Abgewickelte Schraubenlinien und Herstellung solcher auf praktischem Wege.

Bl. 1. Fig. 2. Wenn die Oberfläche eines Cylinders mit einem auf ihm sich befindenden Gange einer Schraubenlinie abgewickelt wird, so bildet diese, da sie alle geraden Erzeugenden des Cylinders unter gleichem Winkel durchschneidet, eine gerade Linie, welche die Hypothenuse a n eines rechtwinkligen Dreieckes ist, dessen Höhe a′ n im vorliegenden Falle gleich der Steigung AN (Fig. 1) eines Ganges, dessen Grundlinie a a′ gleich der Basis des Cylinders ist. Um daher die allenfalls nöthige wahre Länge eines Schraubenganges zu erhalten, trägt man auf eine, an beliebiger Stelle gezogene Gerade a a′ (Fig. 2) alle Theile a′ b′, b′ c′, c′ d′ ꝛc. der Basis aus Fig. 1 auf, errichtet aus a′ auf die Grundlinie a a′ einen Perpendikel, dessen Länge a′ n man gleich der Steigung AN (aus Fig. 1) macht; vereinigt man nun a mit n durch eine Gerade, so ist diese der abgewickelte Gang der Schraubenlinie, und es müssen die aus den aufgetragenen Punkten a, s, p, w ꝛc. auf die Grundlinie a′ a errichteten Perpendikel sb, pc, wd ꝛc. von gleicher Länge seyn mit den gleich bezeichneten Erzeugenden des Cylinders in Figur 1.

Von dem, was wir so eben entwickelt haben, daß nämlich der Gang einer Schraubenlinie die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreieckes bildet, dessen Grundlinie gleich dem Umfange des Cylinders, auf welchem er sich befindet, und dessen Höhe gleich der Steigung oder Ganghöhe ist, wird öfters in der Technik ein vortheilhafter Gebrauch gemacht.

Fig. 3. Will man nämlich auf einer Cylinderoberfläche Schraubenlinien gezeichnet haben, ohne im Besitz einer der hiezu nöthigen Vorrichtungen zu seyn, so zeichnet man auf ein hinlänglich großes Papier (Fig. 3) ein Rechteck a, b, d, c, dessen zwei Seiten a c, b d man gleich der Länge des Cylinders macht, auf welchen eine bestimmte Anzahl von Gängen der Schraubenlinie treffen soll. Die Längen der andern Seiten a b und c d sind gleich dem Umfange des Cylinders, und können in einigen Fällen durch die graphische Abwicklung oder besser noch durch Rechnung bestimmt werden. Man trägt nun die gegebene Steigung eines Ganges so oft auf die Seiten bd und ac, als es geht, auf, und verbindet die aufgetragenen Punkte ae, fg, hi ꝛc. mit einander durch Gerade, welche die abgewickelten Gänge bilden. Um nun die Gänge auf den Cylinder zu erhalten, schneidet man das Rechteck nach seinen vier Seiten a b d c aus und befestiget es auf dem Cylinder mit Leim oder Papp, so daß die beiden Seiten ac, bd an einer Erzeugenden des Cylinders zusammentreffen, und so, daß das Papier überall vollkommen anliegt, wo dann auch die Punkte e und f, dann

h und g und k und i 2c. zusammentreffen müssen, und das Ganze als eine fortlaufende Schraubenlinie erscheint. Bl. 1. Fig. 1 u. 2.

Tangenten zur Schraubenlinie.

Gesetzt, es sey c, c' ein Punkt der Schraubenlinie, an welchen eine Tangente gezogen werden soll. Es ist bekannt, daß jede Tangente die Verlängerung des Elementes ist, welches sie mit der Curve gemein hat, und daß im vorliegenden Falle, wie wir aus der bereits vorgenommenen Abwicklung ersehen haben, alle Elemente der Schraubenlinie in eine gerade Linie fallen, die man als die Verlängerung der sämmtlichen Elemente der Curve betrachten kann, in welcher also auch alle Tangenten enthalten sind, welche an die Curve gezogen werden können; daher auch der Winkel einer jeden zu ziehenden Tangente zur Ebene der Cylinderbasis der nämliche, und gleich dem v' w' (Fig. 2) ist, unter welchem sich die abgewickelte Schraubenlinie n a zur abgewickelten Basis a a' neigt.

Die Tangente wird ferner in einer den Cylinder in c' c tangirenden Ebene liegen, welche im vorliegenden Falle senkrecht auf der horizontalen Tafel steht, und deren Spur q' r' Tangente in c' an die Basis und horizontale Projection der Tangente ist, welche bei gehöriger Verlängerung die Ebene der Basis an einem Punkte q' trifft. Um diesen Punkt q' zu erhalten, betrachten wir die Abwicklung (Fig. 2), wobei c der Punkt ist, an den die Tangente c a, welche hier eins ist mit der abgewickelten Schraubenlinie, wie wir oben schon bemerkt haben, geführt werden soll, und welche in a die Ebene der Basis trifft. Die Entfernung dieses Punktes a von dem Punkte p, an welchem die von c auf der Basis senkrechtstehende gerade Erzeugende c p getroffen wird, ist a p, welche jetzt aus der Abwicklung entnommen, und von c' nach q' in Figur 1 übergetragen, q' als den Durchgangspunkt der Tangente mit der Ebene der Basis gibt, dessen verticale Projection q perpendiculär über q' in der Projectionsachse liegt, und vereinigt mit c in q r die verlangte verticale Projection der Tangente gibt. Wäre die Tangente an einem andern als dem construirten Punkte der Schraubenlinie verlangt, so dürfte man ihn bloß in die Abwicklung übertragen und auf gleiche Weise wie mit c p verfahren. Ebenso erhält man q' in Fig. 1, wenn man die Höhe der Erzeugenden p c rechtwinklig von c' nach c'' aufträgt und von c'' die Gerade r'' q' unter gleichem Winkel v' w' wie a c in Fig. 2 zieht.

§. 3.

Die Schraubenfläche.

Wenn sich ein Rechteck, dessen verticale Projection a a'', i'' i ist, so bewegt, daß ein Punkt a a' desselben eine Schraubenlinie a, b, c, Fig. 1.

Bl. 1. Fig. 4. d, e, f, g, h, a^5 durchläuft, und die Seite a'' a stets in den geraden Erzeugenden des Cylinders bleibt, auf welchen man sich die Schraubenlinie gezeichnet denkt, so erzeugt jede der Seiten a i, a'' i'' eine windschiefe (regelrechte) Fläche, die Seiten a'' a, i'' i aber Stücke von cylindrischen Flächen, welche vier Flächen eine eigene, Schraubenfläche genannt, begränzen.

Die Darstellung der Schraubenfläche wird um so weniger einer Schwierigkeit unterliegen, als es sich bei ihr bloß darum handelt, vier Schraubenlinien zu construiren, von denen zwei in der parallelen Entfernung der Seite a a'' des Rechteckes auf einem Cylinder mit dem M a, M' a', zwei aber auf einem solchen vom Radius M i, M' i' in der parallelen Entfernung der Seite i i'' sind. Wäre daher A N wieder die gegebene Steigung eines Ganges der Schraubenfläche, so theilt man dieselbe in die nämliche Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3 — 8, in welche man die gegebene Basis des Cylinders vom Radius M' a' getheilt hat, hier in 8 Theile, trägt aus den Theilpunkten a', b', c', d' ꝛc. die geraden Erzeugenden des Cylinders senkrecht auf die Projectionsachse und durchschneidet sie mit Parallelen zur Achse aus den Theilen der Steigung AN der Reihe nach, wodurch man a b c — h a^3 als Punkte für die erste Schraubenlinie, welche die Ecke a a' des gegebenen Rechteckes a a'', i'' i durchlaufen soll, erhält. Punkte für die zweite Schraubenlinie, welche der Punkt a'' beschreibt, und die, wie bemerkt, parallel ist zu der so eben construirten, werden erhalten, indem man die Länge der Seite a a'' auf die Erzeugenden der bestimmten Punkte a b c ꝛc. von diesen aus aufträgt, wodurch sich b'' c'' d'' ꝛc. ergeben, durch welche die zweite Schraubenlinie geht.

Um die beiden aus den Punkten i und i'' zu beschreibenden Schraubenlinien zu erhalten, beschreibt man mit dem Radius M i aus M' den Kreis der Basis ihres Cylinders, zieht durch die Theilpunkte b' c' d' ꝛc. Radien von M' bis zur Peripherie des so eben beschriebenen Kreises, wodurch sich k', l', m', n' ꝛc. als horizontale Projectionen der Erzeugenden des großen Cylinders ergeben. Von diesen Punkten aus wieder Senkrechte auf die Pro- Fig. 4.
jectionsachse geführt und mit Parallelen aus den Theilpunkten 1, 2, 3, 4 ꝛc. der Steigung AN durchschnitten, geben Punkte i, k, l, m, n ꝛc. bis i^3 als solche der vom Punkte i beschriebenen Schraubenlinie, von welchen man auf ihre Erzeugende die Länge der Seite i i'' aufträgt, und in k'' l'' m'' ꝛc. als solche für die von i'' ausgehende, mit der von i beginnenden parallel gehenden Schraubenlinie erhält. Auf gleiche Weise, wie bei der Schraubenlinie, kann man Punkte für andere Gänge erhalten, indem man von den bereits construirten Punkten die Steigung AN auf die zugehörenden Erzeugenden aufträgt. Das einzige Schwierige bei der Darstellung der

Schraubenfläche ist gewöhnlich für den Anfänger die richtige Zeichnung Bl. 1. Fig. 4.
der Gänge, je nachdem dieselben als sichtbar gezogen, oder als verdeckt und zurückliegend, gestrichelt werden müssen. Mit Berücksichtigung dessen, daß hier nicht mehr, wie bei der Schraubenlinie, ein ganzer oder solider Cylinder vorhanden ist, auf welchem die Schraubenlinien der Schraubenfläche gezeichnet sind, sondern nur Theile der Cylinderflächen als solche die Schraubenfläche nach innen und außen begränzende Flächen vorhanden sind, wo zwischen den hintern und vorne liegenden Hälften der Schraubenfläche freie Durchsicht bleibt, wird besonders durch körperliche Versinnlichung und einiges Nachdenken auch dieses leicht von statten gehen.

Die Schraubenfläche wird öfters bei Verwandlung der Bewegungen, besonders wo Gleichförmigkeit und ruhiger Gang nöthig sind, mit Vortheil benützt, wie wir später ersehen werden; auch bildet sie die Grundform der Wendeltreppen so wie der Schrauben mit flachem Gewinde.

§. 4.

Die Serpentine (Schlange).

Wenn sich eine Kugel so bewegt, daß ihr Mittelpunkt eine Schrauben- Fig. 5.
linie durchläuft, so wird hiedurch eine Fläche erzeugt, welche man Serpentine oder Schlange nennt.

Wäre a, b, c — h, a'' die bereits construirte Schraubenlinie, welche in a, als dem Mittelpunkte der Erzeugungskugel, ihren Anfang nimmt, so beschreibet man aus mehreren Punkten der Schraubenlinie, wie aus a, b, c—a'' mit dem Kugelradius Kreise, an welche man die äußersten Begränzungen der Serpentine so zieht, daß diese sich mit den aus den äußersten Punkten wie a, e, a'' ꝛc. beschriebenen Parallelkreisen der Kugel vereinigen, und die aus den übrigen Punkten wie g, f ꝛc. beschriebenen Kreise berühren.

In der praktischen Mechanik, so wie in vielen technischen Künsten findet die Serpentine Anwendung, als volle Masse gedacht bei den sogenannten Spiralfedern, welche von Stahl, Federzeug, Eisen- oder Messingdrath, cylindrisch gewunden, selbst bei vielen Luxus-Artikeln, wie Hosenträgern, Strumpfbändern, Sesseln und Canapeen, Kork- und Kugelziehern ꝛc. vielfachen Gebrauch zulassen, als hohl gedacht, in Destillir-Apparaten, besonders in Branntweinbrennereien.

§. 5.

Die Schrauben und ihr Gebrauch.

Die Schrauben, unter allen Maschinen-Elementen die am häufigsten

Bl. 1. vorkommenden, leisten nicht nur bei Fortpflanzung und Verwandlung der Bewegungen die wesentlichsten Dienste, sondern dieselben werden häufig an und für sich, in bloßer Verbindung mit einem Hebel, wirksame Maschinen, wie bei Wein-, Oel-, Papier-Pressen ꝛc., und bilden höchst fruchtbare Mittel zur Verbindung und Befestigung der verschiedenartigsten Körper, wie wir dieses täglich an Thür- und Fensterschlössern, bei Uhren, musikalischen und andern Instrumenten, Werkzeugen und im Bauwesen bei Dachstühlen und Brücken ꝛc. ersehen.

§. 6.

Vater- und Mutterschraube.

Jede Schraube besteht aus zwei Theilen, nämlich aus der soliben, äußern oder massiven Schraube, auch Spindel, Männchen, oder Vaterschraube genannt, und aus der innern, hohlen, auch Mutterschraube oder Weibchen genannt.

Fig. 4. Denkt man sich bei der Schraubenfläche Fig. 4 den Cylinder, dessen Diameter M a, M′ a′ ist, von voller fester Masse wirklich vorhanden, so daß die Gänge der Schraubenfläche eins mit ihm sind, so hat man eine solide, oder Vaterschraube; denkt man sich aber die Gänge der Schraubenfläche innen an dem großen hohlen Cylinder vom Radius M i, M′ i′, fest mit diesem verbunden, oder aus einem Stücke, so ist dieses eine Mutterschraube, Schraubenmutter, auch Mutter glattweg genannt.

Jede Schraube wird nur wirksam, wenn Mutter und Spindel mit einander verbunden sind, wo dann die Gänge der Spindel die von den Gängen der Mutter gelassenen Zwischenräume ausfüllen, und umgekehrt die Gänge der Mutter in die zwischen den Gängen der Spindel gebildeten Vertiefungen so eingreifen, daß (was ein Kennzeichen einer guten Schraube ist), wenn beide, die Spindel und Mutter, bereits in Verbindung gesetzt, und eines derselben gedreht wird, die Bewegung ohne Wanken des einen oder anderen Stückes leicht, gleichförmig und ruhig erfolgt.

§. 7.

Eintheilung der Schrauben.

Die Schraubengänge mit den von ihnen gebildeten Zwischenräumen nennt man zusammen ein Gewinde, und man unterscheidet nach der Form der Gewinde zweierlei Schrauben; nämlich:

1) Dreieckige oder scharfe, auch scharfgängige oder scharfgewindige, und

2) Viereckige, flache oder flachgängige, flachgewindige.

Wenn sich ein Dreieck a i a'' an einem Cylinder so bewegt, daß dessen eine Seite a a'' stets in den geraden Erzeugenden des Cylinders bleibt, und ein Punkt dieser Seite wie a eine Schraubenlinie beschreibt, so entsteht eine scharfe oder dreieckige Schraube. Bl. 1. Fig. 6.

Bewegt sich aber statt des Dreieckes ein Rechteck a a'' i'' i unter gleicher Voraussetzung, so entsteht hiedurch eine flache, viereckige Schraube. Fig. 12.

§. 8.

Ferner unterscheidet man rücksichtlich der Gewindegänge rechte und linke Schrauben.

Man nennt eine Schraube eine rechte, wenn, die Schraube in senkrechter Richtung betrachtet, deren Gänge wie in Fig. 1, 4, 6, 8, 12 u. 13 nach der Richtung der Pfeile, von der Linken gegen die Rechte ansteigen; im umgekehrten Falle aber nennt man die Schraube, wie in Fig. 9, 11 u. 14, eine linke Schraube; gewöhnlich bedient man sich der rechten, und nur in einigen besondern Fällen, von denen wir bei Verwandlung der Bewegungen einige Beispiele anführen werden, der linken Schrauben.

§. 9.

Einfache und mehrfache Schrauben.

Nebst diesen werden die Schrauben in Betrachtung der Steigung ihrer Gewinde eingetheilt in einfache und mehrfache.

Einfach nennt man eine Schraube, deren Gang-Erzeugungsfläche bei einmaliger Windung sich sogleich wieder an ihre erste Stelle anreiht, ohne einen größeren, als den gleichen Zwischenraum der Erzeugungsfläche zu lassen, in welchem Falle, wie in Fig. 6 bei der scharfen Schraube die Höhe a a'' des die Gänge erzeugenden Dreieckes a i a'' die Steigung eines Ganges ist, um welche auch bei der ganzen Umdrehung der Schraube diese, oder deren Mutter, je nachdem eines dieser Stücke gedreht wird, fortrückt. Fig. 6.

Bei der viereckigen Schraube Fig. 12 ist die Steigung gleich a a^3 und gleich der doppelten Höhe a a'' der Seite des die Gänge erzeugenden Rechteckes. Bleibt zwischen der Erzeugungsfläche eines Ganges in ihrer ursprünglichen und der Stelle, welche sie nach Erzeugung eines Ganges einnimmt, ein größerer Raum, wie in Fig. 14, so daß noch ein, oder mehrere neue Gänge Platz finden, so heißt die Schraube eine mehrfache, und zwar eine doppelte, wenn nur ein Gang nebst dem ersten; 3fach, wie hier in Fig. 9, wenn noch 2 Gänge; 4fach, wenn noch 3 Gänge, u. s. f. Platz finden. Fig. 12. Fig. 14. Fig. 9.

Bl. 1. Hieraus erhellt, daß, wäre für scharfe, mehrfache Schrauben die an den Cylinder anliegende Seite a a'' (Fig. 6) des die Gänge erzeugenden Dreieckes gegeben, diese Seite für die Steigung eines Ganges so oft zu nehmen ist, als Schraubengänge bedungen sind; also für doppelte Schrauben 2, für dreifache 3, für vierfache 4 ꝛc.; hingegen wird bei den mehrfachen Schrauben mit flachem Gewinde die Steigung für einen Gang stets gleich der doppelten Seitenhöhe a a'' (Fig. 12) des die Gänge erzeugenden Rechteckes, multiplicirt mit der geforderten Gewinde-Anzahl, also doppelten gleich der Seite a a'' viermal genommen; bei dreifachen gleich der Seite a a'' sechsmal genommen ꝛc.

Hiernach bestimmt sich bei gegebener Steigung der Schrauben die Stärke ihrer Gänge; es ist daher bei scharfen Schrauben, und zwar bei einfachen die Seite a a'' (Fig. 6) des den Gang erzeugenden Dreieckes gleich der Höhe der Steigung; bei doppelten theilt man die gegebene Steigung in 2, bei dreifachen in 3, bei vierfachen in 4 Theile, und nimmt einen dieser Theile für die Seite a a'' des Dreieckes.

Bei flachen einfachen Schrauben theilt man die gegebene Steigung in 2 Theile, bei doppelten in 4, bei dreifachen in 6, u. s. f. und nimmt einen Theil als Seite a a'' (Fig. 12) des Rechteckes.

§. 10.

Stärke der Gänge und Spindeln, Steigung.

Die Stärke der Gänge richtet sich nach der Stärke der Schrauben, welche theils von den verschiedenen Zwecken, für welche die Schrauben gebraucht werden, theils von dem Material, aus welchem man die Schrauben macht, abhängt.

Sowohl beim Maschinen-Baue, als in der Technik überhaupt werden Schrauben am öftesten in Holz und Eisen ausgeführt, und von diesen finden besonders am häufigsten Anwendung die dreieckigen, scharfen Schrauben. Flache Schrauben werden selten aus Holz, sondern größtentheils aus Metall, und zwar die Spindel oder die solide Schraube aus Eisen, die Mutterschraube aus Messing, und meistens mehrfach hergestellt.

Das die Gänge der scharfen Schrauben erzeugende Dreieck ist gewöhnlich ein gleichseitiges oder rechtwinkliges, besonders für hölzerne Schrauben; für metallene kann selbes ein gleichschenkliges seyn, dessen Winkel bei i (Fig. 6) zwischen 52⁰ — 58⁰ betragen kann. Das Rechteck, welches die Form der Gänge der viereckigen Schrauben bildet, ist meistens ein Quadrat, oder ein längliches Viereck, dessen längere Seiten a i, a'' i'' (Fig. 12) um den vierten — sechsten Theil der Seite a a'' länger als diese seyn können.

Bei der Mannichfaltigkeit der vorkommenden Fälle läßt sich zwar für Bl. 1.
die Gangstärke kein auf jeden speciellen Fall anwendbares Gesetz geben, da sich dieselbe jedoch größtentheils nach der Größe der Schrauben-Durchmesser richtet, welche gewöhnlich bekannt sind, so kann man sich an folgende, aus den eigenen mehrjährigen, praktischen Erfahrungen des Verfassers hergenommene allgemeine Regeln halten:

Man theilt den Spindel-Durchmesser i' n', wie in Fig. 6 und 12 für Fig. 6 u. 12.
hölzerne einfache und doppelte Schrauben in 5—6, und für drei—vierfache in 7—8 gleiche Theile, und nimmt einen solchen Theil zur Seite a a'' des die Gänge erzeugenden Dreieckes oder Rechteckes. — Für eiserne einfache und doppelte Schrauben theilt man den Spindel-Diameter in 6 — 7, bei drei- und vierfachen in 8 — 9 gleiche Theile, und nimmt einen derselben als Seite a a'' des Drei- oder Rechteckes (Fig. 9 u. 14).

§. 11.

Grob- und feingängige Schrauben.

Je nach der Größe der Seite a a'' des Dreieckes oder Rechteckes im Fig. 6 u. 12.
Verhältnisse des Spindel-Durchmessers a' e', oder je nachdem eine geringere oder größere Anzahl von Gängen auf den Zoll, in der Längenrichtung einer Schraube gemessen, gehen, sagt man, die Schraube habe ein feines oder ein grobes Gewinde, sie ist eine fein- oder grobgängige, eine feine oder grobe Schraube; bei den feinsten Schrauben der Theilmaschinen und Uhrmacherarbeiten gehen 100 bis 120 Gänge auf den Zoll, und man nennt diese Mikrometer-Schrauben. Aus den vorhergehenden praktischen Regeln geht schon hervor, was in der Beziehung auch als allgemeine Regel gelten mag, daß ein Gewinde um so feiner zu nehmen ist, je kleiner der Spindel-Diameter, wobei jedoch zur Höhe eines Ganges ein um so größerer Theil zu nehmen ist, je kleiner der letztere ist. In nachfolgender Tabelle sind Erfahrungs-Resultate über Gänge und Steigung von schmiedeisernen und stählernen, guten, schönen und ausgeführten einfachen und scharfen Schrauben enthalten, welche übrigens keineswegs als allgemein gültige Gesetze gelten können, indem man öfters durch besondere Umstände veranlaßt wird, hierin zu wechseln, was besonders bezüglich sehr kleiner Schrauben gilt. Bei mehrfachen bleibt die Gangstärke die gleiche, und es wird nur die Steigung in dem angegebenen Verhältnisse vergrößert.

Bl. 1.

I.

Schrauben-Durchmesser in Zollen.	Anzahl der Gewinde-Gänge auf 1 Zoll Länge.	Verhältniß der Gangsteigung zum Schrauben-Diameter.
1/16	64 bis 80	1 : 4 bis 5
3/32	42 — 60	1 : 4 — 5²/₈
1/8	36 — 48	1 : 4¹/₂ — 6
3/16	28 — 34	1 : 5¹/₄ — 6³/₈
1/4	24 — 32	1 : 6 — 8
3/8	18 — 27	1 : 6³/₄ — 10¹/₈
1/2	14 — 20	1 : 7 — 10
5/8	12 — 16	1 : 7¹/₂ — 10
3/4	10 — 12	1 : 7¹/₂ — 9
7/8	8 — 10	1 : 7 — 8³/₄
1	8	1 : 8

Nachdem allgemein anerkannt wurde, wie vortheilhaft es sey, möglichst allgemeine Abmessungen für Schrauben zu erhalten und einzuführen, wurde nachfolgendes System aus vielfach in vorzüglichen Werkstätten Englands ausgeführten Schrauben von dem Maschinenbauer Whitworth aufgestellt und bereits allenthalben an Eisenbahnen und Maschinenwerkstätten eingeführt. Das ganze System bezieht sich auf scharfgängige sowohl schmied- als gußeiserne Schrauben, bei welchen der Gangwinkel i (Fig. 6 und 9) zu 55⁰ festgesetzt wurde; die Gewinde sind zwar hiebei etwas gröber als in der vorigen Tabelle, bei welcher nur Schrauben aus Schmiedeisen berücksichtigt sind, während hier auch gußeiserne bedacht wurden; übrigens ist hiezu noch zu bemerken, daß hier vorzugsweise nur in das Gußeisen eingeschnittene Muttern gemeint seyn können, indem Schrauben, namentlich solche mit scharfen Gewinden und bei einem Spindel-Diameter unter 4 Zoll nur aus Schmied-, selten aber aus Gußeisen, theils wegen des Ausbröckelns der Gänge beim Schneiden, theils auch wegen der geringen Stabilität des Gußeisens im Verhältnisse zum Schmiedeisen mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Schrauben gemacht werden.

II.

Schrauben-Durchmesser in Zollen.	Zahl der Gewindgänge auf 1 Zoll.	Verhältniß der Gangsteigung zum Schrauben-Diameter.
1/4	20	1 : 5
5/16	18	1 : 5⁵/₈
3/8	16	1 : 6
7/16	14	1 : 6¹/₈
1/2	12	1 : 6

Bl. 1.

Schrauben-Durchmesser in Zollen.	Zahl der Gewindgänge auf 1 Zoll.	Verhältniß der Gangsteigung zum Schrauben-Diameter.
$\frac{5}{8}$	11	1 : $6\frac{7}{8}$
$\frac{3}{4}$	10	1 : $7\frac{1}{2}$
$\frac{7}{8}$	9	1 : $7\frac{7}{8}$
1	8	1 : 8
$1\frac{1}{8}$	7	1 : $7\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{4}$	7	1 : $8\frac{3}{4}$
$1\frac{3}{8}$	6	1 : $8\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{2}$	6	1 : 9
$1\frac{5}{8}$	5	1 : $8\frac{1}{8}$
$1\frac{3}{4}$	5	1 : $8\frac{3}{4}$
$1\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{2}$	1 : $8\frac{7}{16}$
2	$4\frac{1}{2}$	1 : 9
$2\frac{1}{4}$	4	1 : 9
$2\frac{1}{2}$	4	1 : 10
$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	1 : $9\frac{5}{8}$
3	$3\frac{1}{2}$	1 : $10\frac{1}{2}$
$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{4}$	1 : $10\frac{9}{16}$
$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	1 : $11\frac{3}{8}$
$3\frac{3}{4}$	3	1 : $11\frac{1}{4}$
4	3	1 : 12
$4\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	1 : $12\frac{7}{32}$
$4\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{8}$	1 : $12\frac{15}{16}$
$4\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	1 : $13\frac{1}{16}$
5	$2\frac{5}{4}$	1 : $13\frac{3}{4}$
$5\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{8}$	1 : $13\frac{25}{32}$
$5\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	1 : $14\frac{7}{16}$
$5\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	1 : $14\frac{3}{8}$
6	$2\frac{1}{2}$	1 : 15

§. 12.

Zeichnung einer aus Holz auszuführenden einfachen, dreieckigen Schraube mit rechtem Gewinde nebst Mutter. Fig. 6.

Gesetzt, es sey **AN** (Fig. 6—8) wieder die gegebene Steigung, so ist **AN** die Seite aa'' des gleichseitigen, die Gänge erzeugenden Dreieckes, und 5—6 mal genommen, gleich dem Durchmesser i'n' der Schraubenspindel, deren größte Peripherie i', k', l', m', ɩc. man nun mit dem Radius M' i' aus einem beliebigen Mittelpunkte M' beschreibt und in die nämliche Anzahl Theile, wie die Steigung AN, eintheilt. — Es ist zu bemerken, daß man nicht mehr die ganze Peripherie zu beschreiben und zu theilen nöthig hat, sondern daß die halbe, wie hier, schon genügt.

Bl. 1. Man zeichnet nun mit der Steigung AN als Länge einer Seite an beliebiger Stelle ein rechtwinkliges Dreieck A″N″1″ Fig. 7, trägt dessen Fig. 6. Höhe I″ O″ in Fig. 6 von i′ nach a′ und beschreibt aus M′ durch a′ die halbe kleine Spindel-Peripherie a′, b′, c′, d′ ꝛc. Man zeichnet nun dieses gleichseitige Dreieck an die Stelle a i a″ und construirt auf die bekannte Weise von a und a″ aus die zwei parallelen Schraubenlinien auf dem kleinen Cylinder; deßgleichen von i aus eine auf dem großen Cylinder sich befindende Schraubenlinie, mit welcher man die der übrigen Gänge in paralleler Entfernung der Steigung AN ziehen kann. Das Uebrige wird sich aus der Zeichnung und den mehreren Figuren ergeben, und es ist nur noch zu bemerken, daß die Seiten, wie a i und i a″ ꝛc. des die Gänge erzeugenden Dreieckes nicht mehr spitz bei i und i″ zusammenlaufen, sondern tangirend gegen i″ von a″ a^3 an die vom Punkte i beschriebene Schraubenlinie gezogen werden.

Dieses nicht spitze Vereinigen der Seiten findet jedoch nur in der Zeichnung und zwar aus dem Grunde statt, weil die Projectionen der von der Ecke i beschriebenen Schraubenlinie die geraden Seiten zum Theile verdecken; in der Wirklichkeit aber sind die Gänge bei vollkommen ausgeschnittenen Schrauben nach der Ecke I″ Fig. 7 des Dreieckes vorhanden. Bei hölzernen Schrauben macht man die Gänge jedoch nicht scharf, son-Fig. 22. dern so, wie in Fig. 22, wo jeder Gang nach außen noch von einer cylindrischen Fläche begränzt wird, auf welcher dann zwei parallele Schraubenlinien sich befinden, und die die Gänge erzeugende Fläche ein Trapez von der Form, wie das in Fig. 7 einschraffirte ist. In der Zeichnung zeigt man der Einfachheit halber die Schrauben jedoch scharf an, und zwar bei gewöhnlichen Zeichnungen bloß mittelst paralleler Striche, welche sich zu den äußersten geraden Erzeugenden des Cylinders unter dem Steigungs-Winkel des Gewindes neigen, wie in Figur 3.

§. 13.

Zeichnung der zur Schraube Fig. 6 gehörigen Mutter.

Es wird nicht zu erörtern nöthig seyn, daß bei gleicher Steigung der soliden und Mutterschraube gleiche Durchmesser, Gangform und Stärke bedungen sind, so daß, wenn beide, die Mutter und Spindel, in Verbindung sind, und das eine oder andere gedreht wird, die Bewegung ruhig, gleichförmig, und nicht, wie es wohl oft der Fall ist, schlotternd und wankend vor sich geht.

Hier in der Zeichnung hat man sich Spindel und Mutter nicht in Fig. 8. Verbindung, sondern jede gesondert, und die Mutter Fig. 8 mittelst einer

durch ihre Achse parallel zur verticalen Projections-Ebene gehenden Ebene Bl. 1.
geschnitten, und die andere Hälfte weg gedacht, wie aus der horizontalen Projection hervorgeht. Die Darstellung ist übrigens ganz dieselbe, wie bei der soliden Schraube, und es ist hiebei bloß zu bemerken, daß hier bei der Mutter die durchschnittenen Gänge spitz und nicht, wie an der Spindel (Fig. 6) bei i, i'', rund erscheinen. Um auch sogleich aus der verticalen Projection zu ersehen, daß die Mutter durchschnitten ist, hat man, was auch bei dem Nachfolgenden geschieht, die Gänge schraffirt, dabei aber auf die Stärke der Seitenwände der Mutter noch keine Rücksicht genommen.

§. 14.

Zeichnung einer dreifach eisernen, scharfen, linken Schraube nebst Mutter.

Gesetzt, es sey der größere Spindel-Diameter i' M' gegeben, so theilen wir denselben nach §. 10 in 8 Theile, und nehmen 3 derselben zur Steigung AN und einen Theil zur Seite a a'' des die Gänge erzeugenden Dreieckes, welches man wieder zunächst an beliebiger Stelle (Fig. 10) in I'' A'' N'' zeichnet, so daß der Winkel bei I'', nach §. 10 zwischen 52⁰—58⁰, hier 54⁰ beträgt, wo sich dann der Vorsprung I'' O'' eines Ganges ergibt, indem man den bereits aufgetragenen Winkel I'' (zu 54⁰) halbirt, und parallel mit der Halbirungs-Linie I'' O'' in der Entfernung O'' A'', oder O'' N'' der halben Seite a a'' eine Gerade zieht, welche den Schenkel des Dreieckes in A'' N'' schneidet und gleich a a'' seyn wird; man trägt nun I'' O'' in Fig. 9 auf den Durchmesser i' n' von i' nach a' und beschreibt aus M' durch a' einen Kreis als Basis des Cylinders, auf welchen die Ecken a, a'' parallele Schraubenlinien beschreiben. Fig. 9-11 Fig. 10.

Die Construction ist dieselbe, wie bei der einfachen Schraube, und wir haben nur zu bemerken, daß, um die Anfänge der zwei anderen Gänge auf der Basis zu erhalten, man diese hier bei der dreifachen Schraube vom ersten Anfangspunkte i in 3 Theile, bei doppelten in 2, bei vierfachen in 4 Theile eintheilt, wo dann auf jedem Theilpunkte der Anfang eines Ganges sich befindet. Hat man einen Gang construirt, so kann man die übrigen nach auf- und abwärts in der Höhe a a'' parallel ziehen; auch kann man auf diese Weise die Gänge von ihren ursprünglichen Anfängen, so wie sie hier punktirt sind, fortsetzen, bis sie ganz auf der Basis ausgehen, wie sie gewöhnlich auch in der Praxis vorkommen. Die Mutter (Fig. 11) ist, wie die nachfolgenden, in der Mitte durchschnitten gedacht, und Fig. 11
ihre Darstellung wird um so weniger einer Schwierigkeit unterliegen, als

Bl. 1. bei ihr ganz auf die nämliche Weise, wie bei der einfachen Schraube, verfahren wird.

§. 15.

Zeichnung einer viereckigen, einfach eisernen, rechten Schraube nebst Mutter.

Fig. 12 u. 13. Nehmen wir an, a a'' sey die kleinere Seite des die Gänge erzeugenden Rechteckes, so ergibt sich, nach §. 10 a a'' sechsmal genommen, der Diameter i' n' der Spindel, und a a'' zweimal genommen, die Steigung **A N**. Man nimmt nun die Seite i a um den vierten Theil von a a'' länger als diese, trägt sie von i' nach a', wodurch man in a' M' den Radius des kleinen Kreises erhält, auf welchem a a'' parallele Schraubenlinien beschreiben. Da die Construction übrigens ganz dieselbe ist, wie bei der Schraubenfläche Fig. 4, so glaube ich eine weitere Beschreibung mit Hinweisung auf die Zeichnung sowohl bei der Spindel als bei der Mutter umgehen zu können.

§. 16.

Fig. 14. Zeichnung einer vierfachen, flachen eisernen, linken Schraube.

Wäre **A N** wieder die gegebene Steigung, so theilt man selbe in 8 Theile, nimmt einen derselben für die Seite a a'' des die Gänge erzeugenden Rechteckes, und 9 Theile für den größten Spindel-Durchmesser i' n'; im Uebrigen wird ganz verfahren, wie beim vorigen Falle, mit dem bloßen Unterschiede, daß hier die Gänge von der rechten zur linken Seite steigen.

§. 17.

Köpfe und Muttern der Schrauben.

An der soliden Schraube oder Schraubenspindel unterscheidet man nebst dem Gewinde noch den Kopf (Schraubenkopf), welcher das eine Ende der Spindel bildet, gewöhnlich aus einem Stücke mit dieser ist, und entweder zu deren Bewegung, oder wenn die Mutter bewegt wird, zur Festhaltung der Spindel dient.

Die Form der Schraubenköpfe und Muttern richtet sich nach den verschiedenen Zwecken, für welche man die Schrauben gebraucht, und nach dem Material, aus welchem man sie ausführt.

Bei allen Schrauben, welche zu beständiger Verbindung oder längerem Festhalten von Gegenständen dienen — größtentheils aus Schmied-

eisen, und nur im kleinern Verhältnisse aus Stahl und Messing — Bl. 1.
macht man die Köpfe und Muttern gewöhnlich, wie in Fig. 15, in Fig. 1.
Form eines Parallelepipedums, dessen Basis ein Quadrat bildet, und dessen Seiten e' f' wenigstens den doppelten Spindel-Diameter a b, besser noch den dreifachen haben, besonders wenn Kopf oder Mutter oder beide auf Holz aufliegen; ihre Dicke c d, besonders der Mutter, soll wenigstens gleich dem Spindel-Durchmesser a b genommen werden, und beträgt in mehreren Fällen 2 — 3 Diameter, besonders wo man entweder der Zierlichkeit oder geringen Friction halber die Mutter von Messing oder Kupfer macht, und des kleinen Zusammenhanges dieses Metalles halber, im Vergleich des Eisens, ohnehin genöthigt ist der Mutter mehrere Gänge zu geben, um deren Ueberspringen (Ausreißen) zu verhüten, oder wo die Schrauben so sehr belastet sind, daß diese Diameter-Stärke a b nicht mehr hinreicht. — Wenn bei Schrauben auf Zierlichkeit gesehen wird, so werden die Köpfe oder Muttern, je nachdem das eine oder das andere im Gesichte ist, oder bewegt wird, wie in Fig. 16 oder 23, entweder vier- Fig. 16. Fig. 23.
oder sechs-, oder auch achteckig, und dann besonders die Mutter aus Messing und so ausgeführt, daß an ihrer Unterseite ein runder Absatz bleibt, dessen Diameter bei dem Schraubenkopf um $^2/_4$ der Spindel größer, bei Muttern aber wenigstens gleich dem doppelten Spindel-Durchmesser ist.

Bei diesen Schrauben wird nach den verschiedenen Umständen entweder die Mutter oder die Spindel, letztere mittelst des Kopfes bewegt, angeschraubt (angezogen), losgeschraubt (nachgelassen oder losgezogen) und zwar mit eisernen Hebeln (Schraubenschlüsseln), welche an dem einen Ende mit einem Gehäuse versehen sind, welches die Mutter oder den Kopf der Schraube entweder ganz oder theilweise umfaßt. Wenn bei der Bewegung einer Schraube mittelst des Kopfes oder der Mutter das bewegte Stück auf Holz aufliegt, so gibt man demselben noch, um das Eindrücken zu verhindern und die Reibung zu vermindern, Unterlagen aus Eisen oder Messing, die sogenannten Unterlegscheiben g k (Fig. 15), Stoß- oder Lochscheiben, auch Schließbleche genannt, welche gewöhnlich kreisförmig gemacht werden, und so, daß deren Durchmesser um etwas mehr als die Diagonale der Mutter beträgt; für die Dicke h k dieser Unterlegscheiben kann man den sechsten Theil vom Spindel-Diameter a b nehmen.

Wenn mittelst dieser Gattung von Schrauben metallene Gegenstände mit einander verbunden werden, so liegen Kopf und Mutter auf der Oberfläche der zu verbindenden Stücke auf (sie stehen über dieselben vor), und man bedarf keiner Unterlegscheiben; auch ist es in den meisten Fällen gleich-

Bl. 1. gültig, ob die Bewegung der Schraube mittelst des Kopfes oder der Mutter vorgenommen wird, und man hat bloß dafür zu sorgen, daß, wenn die Mutter gedreht wird, die Spindel fest bleibt, und so umgekehrt; werden aber hölzerne mit hölzernen oder metallene auf hölzerne Gegenstände befestiget, so werden gewöhnlich die Köpfe in ein hölzernes Stück eingelassen, vertieft, so daß, wenn die Schraube fest angezogen ist, der Kopf bündig mit der Oberfläche des Holzes ist, wo dann das Drehen der Schraube bei dem Anziehen verhindert wird und die Unterlegscheiben nicht nothwendig sind; erfordern es aber Umstände, daß die Mutter auf der Holzfläche aufliegen muß, so hat man Unterlegscheiben nöthig, so auch um das Drehen der Schraube zu verhindern, was gewöhnlich durch Festhalten des nicht zu drehenden Stückes mittelst eines zweiten Schraubenschlüssels geschieht und nur im Anfange des Anziehens nöthig ist, indem bei einiger Spannung, durch das Anpressen des nicht zu drehenden Stückes an die Oberfläche des zu befestigenden, das Drehen von selbst aufhört.

§. 18.

Manchmal erheischt es der Zweck, daß weder Kopf noch Mutter über die zu verbindende Fläche vorstehen dürfen; in diesen Fällen bedient
Fig. 17 u. 18. man sich cylindrischer Köpfe oder Muttern, Fig. 17 und 18, welche entweder mit Einschnitten c d an der Seite, wie in Fig. 18, oder mit Löchern c d, wie bei Fig. 17, versehen sind, und mittelst eigener in diese Oeffnungen einpassender Gabelschlüssel an- oder losgezogen werden. Diese Schrauben werden versenkte genannt; jedoch in mehreren Fällen auch nicht eingesenkt (erhaben), aber selten im Großen, sondern gewöhnlich bei kleinen Gegenständen, als Schlössern, verschiedenen Hausgeräthen und Handwerkzeugen, Uhren, am gewöhnlichsten in der Form wie in Fig. 19 A, B, C, und da benützt, wo die Muttern feststehende Stücke bilden und die Köpfe mit Einschnitten versehen sind, in welche die an die Stelle der Schraubenschlüssel tretenden Schraubenzieher passen,
Fig. 19. mittelst deren die Schrauben an- und losgezogen werden. Die in Fig. 19 nach A gebildeten Schrauben mit cylindrischem Kopfe können theils versenkt, theils erhaben, die nach C mit konischem Kopfe bloß versenkt, und endlich die nach B gestalteten mit kugelförmigen Köpfen bloß erhaben gebraucht werden.

Noch gehören zu dieser Gattung die so vielfach benützten Holzschrauben, welche von Eisen oder Messing, und unter der Form B
Fig. 19. oder C Fig. 19, also erhaben oder versenkt, zu Befestigung von hölzernen auf solche, oder metallenen auf hölzerne Gegenstände benützt werden, deren Gänge weiter von einander entfernt, beinahe zweimal so tief,

als sich aus den aufgestellten Regeln ergibt, und sehr schneidig gebildet Bl. 1.
sind, so daß sich dieselben in das Holz, welches die Stelle der Mutter vertritt, einzwängen (einschneiden).

§. 19.

Schrauben, welche dazu dienen, Gegenstände zusammenzupressen und auf eine bestimmte Zeit oder in gewissen Lagen festzuhalten, werden statt mit Schlüsseln, theils durch Hebel, Kurbeln und Räder bewegt, wo sie dann schon Maschinen an und für sich bilden, wie bei den verschiedenen Pressen, welche wir später kennen lernen werden, theils aber erhalten dieselben ihre Bewegung mittelst der bloßen Hände, wo sie dann Stellschrauben heißen. In Metall ausgeführt, erhalten dann die Köpfe oder Muttern, je nachdem das eine oder andere bewegt wird, entweder sogenannte Flügel oder Lappen a b, wie in Fig. 20, oder dieselben Fig. 20.
sind scheibenförmig, wie in Fig. 21, und in ihrer größern Peripherie, zur Fig. 21.
bessern Festhaltung mit den Fingern, randerirt, aufgerauht, kraus gemacht.

Bei den hölzernen Stellschrauben wird meistentheils die Spindel bewegt, der Kopf zum bequemen Anfassen und Festhalten mit der Hand gleich den Werkzeugheften, oder auch wie in Fig. 22 gestaltet, wo der Fig. 22.
Kopf cylindrisch und mit einem oder auch zwei Löchern, o und p, versehen ist, um hölzerne oder eiserne, die Stelle der Schraubenschlüssel vertretende Hebel (Dorne) durchstecken zu können. Diese Kopfform wird auch für größere, sowohl hölzerne als eiserne Schrauben, wie für Pressen und Schraubengeschirre benützt.

§. 20.

Allgemeine Bemerkungen bezüglich des Zeichnens.

In Betreff des Zeichnens bemerken wir noch, daß das Hauptaugenmerk, so wie bei diesem ersten, bei jedem folgenden Blatte zunächst auf die größte Genauigkeit bei nur möglichster Schärfe und Reinheit der Contouren (Umrisse) gerichtet seyn muß. Um diese Eigenschaften erreichen zu können, müssen vor Allem die zum Zeichnen nothwendigen Instrumente sich in vollkommen gutem Zustande befinden, und auf deren Erhaltung und Reinlichkeit stets geachtet werden. Das Zeichnen mit der Reißschiene (Anschlaglineal) ist seiner Unvollkommenheit halber gänzlich zu unterlassen, statt dessen aber der Gebrauch guter hölzerner Winkel und eines gewöhnlichen Lineals, welches, wenn viele Parallellinien gezogen werden müssen, mittelst vorräthiger kleiner Schraubzwingen

aus Eisen oder Holz auf das Reißbrett festgeschraubt wird, besonders zu empfehlen.*) Beim Anfange einer jeden Zeichnung wird zuerst eine Linie gezogen, welche das ganze Papier in zwei gleiche Hälften theilt, auf der Mitte dieser Linie ein Perpendikel errichtet, und durch das Ziehen der Randlinien, von denen, zwei parallel zu erwähntem Perpendikel, zwei aber parallel zu der zuerst gezogenen Geraden seyn müssen, so bestimmt, daß nach dessen Abschneiden vom Reißbrett außerhalb dieser Randlinie noch ein Papierrand von wenigstens zwei Zoll bleibt. Nach den zu benützenden Räumen richtet man nun auch seinen Maßstab ein, der zum Auftragen der Maße auf einem der 4 Papierränder so placirt wird, daß, wenn das Blatt abgeschnitten ist, er nicht mehr auf diesem, sondern auf einem der Ränder ist, mit welchen das Papier auf das Brett angeklebt wurde. Vor dem Abschneiden der Zeichnung trägt man aber den Maßstab noch in die Zeichnung, gewöhnlich innerhalb der untersten Randlinie genau von dem, nach welchem die Zeichnung aufgetragen worden ist, ein. Die Größe des Maßstabes richtet sich theils nach dem Papierformat, hauptsächlich aber nach dem darzustellenden Gegenstande; ist dieser klein, oder sind an selbem viele kleine Theile vorhanden, so nimmt man den Maßstab größer, im umgekehrten Falle aber kleiner an. Es ist immer besser große als kleine Maßstäbe zu wählen, und außerdem noch besonders bei Zeichnungen, nach welchen gearbeitet werden muß, letztere zu cotiren (die Maße einschreiben) und den Maßstab in einem bestimmten Bruchtheil der wirklichen Größe, wie $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{12}$ 2c. anzunehmen und solches mit Worten auszudrücken, wie dieses bei allen folgenden Blättern, wo Maßstäbe gebraucht wurden, geschehen ist. Die erste das Papier in zwei Hälften theilende Linie, und der auf ihrer Mitte errichtete Perpendikel, sind die Directricen für alle horizontalen und alle verticalen Parallelen; soll z. B. eine Senkrechte gezogen werden, so legt man den Winkel mit der Seite, welche man zum Anlegen des Bleistiftes braucht, so nach dem Perpendikel, daß selber von der Seite gedeckt wird; das Lineal wird nun an die andere rechtwinklige Seite angelegt, mit der Hand oder der genannten Schraube festgehalten und der Winkel nun an dem Lineale bis zu der Stelle, an welcher die Senkrechte gezogen werden muß, fortgerückt. Alle Linien werden zuerst mit Bleistift und hierauf mit Tusch rein ausgezogen, wobei gleiche Dicke und die tiefste Schwärze desselben besonders zu berücksichtigen ist; werden Schattenlinien gezogen, so geschieht dieses immer zuletzt, nachdem zuerst diese, wie alle Lichtlinien, in gleicher Dicke ausgezogen worden sind, wobei zu bemerken ist, daß man hiezu, besonders wenn die

*) S. Haindl, das Linearzeichen.

Zeichnung mit Farben behandelt wird, was stets erst nach dem Ausziehen mit Tusch geschieht, nie einen Tusch nimmt, welcher in einer Schale schon einmal aufgerieben und vertrocknet ist, indem sich selber bei allen mit solchem Tusche gezogenen Linien, wenn sie mit Farben überzogen werden, auflöst, mit der Farbe vermischt und dadurch diese und die ganze Zeichnung oft verunstaltet. Durch die Anwendung von Farben wird eine Zeichnung für das Auge angenehm und gewinnt außerdem viel an Deutlichkeit; man muß hiebei jedoch nicht zu verschwenderisch zu Werke gehen, sondern die Farben ganz leicht und in nicht grellen Abstufungen auftragen, auch muß man sich keiner Deck-, sondern nur transparenter (durchsichtiger) Farben bedienen. Die Farben werden bei schattirten Zeichnungen immer erst nach dem Schattiren, bei solchen in Contouren aber nach dem Ausziehen mit Tusch, und da, wo Schattenlinien gezogen werden, bevor man diese zieht, aufgetragen, und man befolgt hiebei zwei Arten, welche sich darin unterscheiden, daß bei der einen Alles, bei der andern aber nur ein Theil mit Farbe angelegt wird. Der ersten Art bedient man sich vorzugsweise bei ganz oder theilweise mit Tusch schattirten Zeichnungen, während die letztere nur bei solchen in bloßen Contouren und so angewendet wird, daß man, wenn z. B. eine Maschine aus Holz und Eisen besteht, nur das Eisen, daß Holz aber gar nicht, oder nur Hirnholz, oder da, wo man sich selbes durchschnitten denkt, mit Farbe anlegt, oder wo Guß- und Schmiedeisen nebst Messing gebraucht wurde, nur dieses und das Schmiedeisen, das Gußeisen aber gar nicht oder nur an Durchschnittflächen mit Farbe behandelt. Durchschnitten gedachte Stellen zeigt man häufig mit Schraffuren und ohne Anwendung von Farben an, und man bedient sich für Gußeisen ganz enger, für Schmiedeisen etwas weiter und für Messing noch weiterer Schraffuren; Holz wird durch leichte Bezeichnung seiner Fasern (Textur) kenntlich gemacht, oder es unterbleibt auch dieses, indem selbes durch seine größeren Massen größtentheils ohnehin nicht leicht mit Metalltheilen verwechselt werden kann.

Häufig und am wenigsten Zeit raubend ist, die durchschnittenen Stellen bloß mit Farbe anzulegen, öfters werden selbe aber noch nebstdem schraffirt; letzteres geschieht besonders da, wo eine ganze Projection mit Farbe angelegt ist. Die Farben sollen den mit ihnen zu bezeichnenden Gegenständen möglichst nahe kommen, und man hat als die des Schmiedeisens und Stahles reines, lichtes Blau gewählt, wozu man sich des preußischen oder Pariser-Blau bedienen kann; bei Arbeitszeichnungen bezeichnet man Stahl auch mit Violett, welche Farbe man aus der Mischung von Blau und Carmin erhält. Für Gußeisen nimmt man Graublau, welches man durch die Mischung von Indigo und schwarzem Tusch mit

Weiß erhält. Messing wird lichtgelb durch Gummigutt, Rothmetall durch Orange bezeichnet, wozu man sich des Venetianisch-Roth oder einer Mischung aus Carmin und Gummigutt bedienen kann. Blei und ähnliche Metalle werden grau angegeben, welche Farbe man aus Bleiweiß und schwarzem Tusch erhält; Kupfer — Braunroth — wird durch Indisch-roth bezeichnet; beim Holze unterscheidet man hartes und weiches: ersteres wird lichtbraun oder ins Orange fallend, durch Mischung von Gummigutt und Carmin, oder gebrannten römischen Ocker, letzteres blaßgelb durch Gummigutt angedeutet. Mauerwerk und Steine werden leicht mit Carmin, Wasser lichtblau oder grün, letzteres aus Blau und Gummigutt gemischt, angelegt.

§. 21.

Schrauben-Bolzen.

Bl. 2. Fig. 24—31.

Mit Ausnahme aller Holzschrauben und der nur in kleinem Verhältnisse gebrauchten, Blatt 1 Fig. 17 und 18, dann der Fig. 19 und der bloß mit den Händen bewegten Flügel- und ähnlichen Schrauben, Fig. 20 und 21, so wie der in größtem Verhältnisse ausgeführten Preß- und Hebegeschirr-Schrauben, Fig. 22 und 23, nennt man alle andern im Maschinenbaue gebrauchten Schrauben, welche zur andauernden oder auch nur zeitweisen Verbindung und Befestigung dienen, Bolzen, Schraubenbolzen. Die Bolzen sind Stäbe aus Schmiedeisen, gewöhnlich ihrer Hauptmasse (Bolzenkörper) nach cylindrisch oder prismatisch, oder theilweise beides mit schraubenkopfartigen oder andern Verstärkungen an ihrem einen Ende oder auch zwischen beiden Enden, deren eines ein angeschnittenes Gewinde (meist ein scharfes) mit Mutter hat.

§. 22.

Bolzen-Gewinde mit Mutter.

Die Länge des Gewindes ist, wo Theile aus Metallen (Eisen und Messing) wieder mit solchen verbunden werden, gleich dem doppelten Durchmesser des Bolzens, mit 12—14 Gängen; die Dicke der Mutter mag $1\frac{1}{3}$ Durchmesser betragen, wobei die Mutter etwa 6—7 Gänge hat, und wenn sie schon fest angezogen ist, 3 Gänge vor oder ober ihr, und 3 unter oder hinter ihr hat. Wo ein metallenes Stück auf Holz oder zwei Holztheile auf einander gesteckt werden, ist es besser, das Gewinde 3 bis $3\frac{1}{2}$ Bolzen-Diameter lang anzuschneiden, damit bei dem unvermeidlich eintretenden Schwinden des Holzes die Mutter wieder nachgezogen werden kann.

§. 23.

Stärke der Bolzen.

Der Bolzenkörper wird bei quadratischem Querschnitte so genommen, daß die Seite des Quadrats gleich ist dem Durchmesser des Gewindes, oder etwas stärker als dieser; bei cylindrischem Körper wird dieser gleich der Gewindestärke, hie und da auch noch von etwas größerem Durchmesser als jener. Sechs- oder achteckige Bolzen kommen selten vor, eher noch solche, deren Querschnitt ein längliches Viereck ist, wobei dann das Gewinde in die Mitte kömmt und sein Durchmesser gleich der kleinen Seite gemacht, öfters auch im Verhältnisse der Fläche des Querschnittes verstärkt wird.

Bezüglich der Länge des Bolzen kann man keine allgemein gültigen Regeln aufstellen, indem sich diese nach der Dicke des zu verbindenden Stückes richtet, jedoch finden hier Gränzen statt, über welche man in der Praxis nicht häufig hinausgeht. Bei einem Diameter des Bolzenkörpers von $3^1/_2$ bis 9 Linien beträgt die Länge selten über $1^1/_2$ bis 4 Fuß; von 9 bis 18 Linien $3^1/_2$ bis 4 Fuß und bei 20 bis 27 Linien 6 bis 7 Fuß.

§. 24.

Bolzen-Köpfe und Beispiele ganzer Bolzen.

Die Bolzenköpfe sind, meist von gleicher Form und Stärke mit den Schraubenköpfen, an den Bolzenkörper angeschmiedete vier-, sechs- oder achteckige prismatische oder cylindrische Platten oder Kugelzonnen; sie bilden in den meisten Fällen ein Ende des Bolzens, sind jedoch auch öfters in der Mitte oder an einer andern Stelle zwischen den Enden in Form von Ansätzen vorhanden; deßgleichen sind öfters an den Enden oder zwischen diesen Löcher, Augen (Oesen) genannt, vorhanden, und es vertreten in diese eingetriebene flache Keile, Splinte genannt, oder andere Bolzen, die Stelle der Köpfe. Wo Bolzen mit Steinen verbunden werden, geschieht dieses häufig durch Eingießen von Blei, und hier, wie auch in einigen andern Fällen sind die Köpfe viereckig pyramidenförmig. Bl. 2.

Fig. 24—31 haben wir acht Beispiele verschieden gestalteter Bolzen aufgenommen, welche wir jetzt unserer Betrachtung unterziehen wollen.

Fig. 24 ist ein solcher Bolzen, wie sie am häufigsten gebraucht werden: derselbe hat an seinem einen Ende ein Gewinde mit sechseckiger Mutter und Unterlegscheibe, welch letztere nie fehlen darf, wenn die Mutter auf Holz aufliegt. Das andere Ende ist ein viereckig, prismatischer Kopf; der Körper ist zum größten Theile cylindrisch, und nur zunächst am Kopfe Fig. 24.

Bl. 2. viereckig; diese letztere ist nothwendig, damit, wenn der Kopf in das Stück, welches durch den Bolzen mit einem andern verbunden ist, nicht eingelassen ist, sondern auf dessen Fläche über diese überstehend stumpf aufliegt, sich der Bolzen beim An= oder Losschrauben nicht drehen kann. In den meisten Fällen ist aber der Bolzenkörper ganz cylindrisch.

Fig. 25. Fig. 25 ist ein ähnlicher cylindrischer Bolzen mit einem Schrauben=gewinde am einen und einem pyramidenförmigen Kopfe am andern Ende; die Anwendung solch eines Bolzens setzt voraus, daß das zu verbindende Stück aus Metall, Eisen oder Messing sey, in welches der Kopf ein=gesenkt ist.

Fig. 26. Fig. 26 ist theils cylindrisch, theils ein viereckig prismatisch gestal=teter Bolzen mit kugelzonnenförmigem Kopfe, mit Gewinde am andern Ende; bezüglich des viereckigen Theiles des Bolzenkörpers gilt, was wir bei Fig. 24 angeführt haben; in Hinsicht des Kopfes ist zu bemerken, daß er auf der ebenen Fläche eines zu verbindenden Stückes, aber nur von hartem Holze, besser eines metallenen, gewöhnlich stumpf aufliegt.

Fig. 27. Fig. 27. Ein viereckiger Bolzen mit Schraubengewinde, statt des Kopfes mit einem Loche, einem Auge a versehen, in welches ein flacher Keil, Splint b, gesteckt wird; soll das getragene oder verbindende Stück, welches auf dem Keil aufliegt, von Metall seyn, so mag der Keil allein genügen; ist es Holz, so gebraucht man eine auf den Keil aufliegende Un=terlegscheibe, zur Vermehrung der Tragfähigkeit und damit sich der Keil in das Holz nicht eindrücken kann.

Fig. 28. Fig. 28 ist ein Bolzen aus Rundeisen mit Gewinde, statt des Kopfes flach auslaufend und mit einem Auge (Oese) versehen, durch welches ein anderer Bolzen, ein Dorn oder Kern gesteckt, als Träger des hölzernen oder metallenen Stückes dient. Diese Anwendung findet sich häufig bei den Kolben der Pumpen, wobei der Bolzen die bewegliche Kolbenstange bildet.

Fig. 29 u. 30. Fig. 29 und 30 sind zwei Bolzen, welche an beiden Enden mit Gewinden und in der Mitte mit die Köpfe vertretenden Ansätzen ver=sehen sind; sie dienen zur Verbindung von Metall= und Holzstücken, wie auch von aus Quaderstücken hergestellten Mauerwerken.

Fig. 31. Fig. 31 ist ein eingegossener Bolzen, welcher in einen viereckig pyra=midenförmigen Kopf a endigt, welcher übereck eingehauen, aufgeschröpft ist; die Theile, in welche sie eingegossen werden, sind entweder von Metall oder Naturstein, in welche nach abwärts erweiterte Löcher eingegossen oder eingehauen, ausgemeißelt werden; in solch ein Loch wird der Bolzen mit dem aufgeschröpften Theile a eingesteckt und das Loch mit Blei ausgegossen. Es gibt noch Bolzen von verschiedenartiger Gestalt, von welchen wir so=

gleich in der Abtheilung „Wellen, Zapfen und Zapfenlager" und den hierauf folgenden Maschinen-Elementen hinlänglich viele kennen lernen werden.

Zweite Abtheilung.

Wellen, Zapfen und Zapfenlager.

Bl. 2—8.

§. 25.

Wellen und Achsen.

Man versteht unter Wellen alle diejenigen Maschinentheile, welche andern als Träger dienen, mittelst welcher eine rotirende Bewegung erzielt oder übergetragen und fortgepflanzt wird.

Nach der bei Wellen stattfindenden Anordnung werden zwei Gattungen unterschieden, nämlich:

a) Achsen, und
b) Wellbäume.

Wenn eine Welle mit einer Maschinen-Masse in fester Verbindung steht, und andere Massen, wie die Räder der gewöhnlichen Fuhrwerke um dieselbe sich drehen, so heißt sie eine Achse; sind aber bestimmte Maschinentheile, wie Wasser-, Zahn- und Schwungräder oder Hebel, Balanciers 2c. mit den Wellen fest verbunden und drehen sich mit denselben um ihre mathematische Achse, so werden sie Wendelbäume, Wellen, Wellbäume, Gründel, im kleinen und kleinsten Verhältnisse, wie bei den Drehbänken, Spinnmaschinen, Taschenuhren 2c. Spindeln genannt.

Mit Rücksicht auf die Lage der Wellen unterscheidet man drei Classen:

a) liegende,
b) stehende, und
c) geneigte Wellen, bei welch' letzteren noch zwei Unterabtheilungen: schiefstehende und schiefliegende unterschieden werden.

Unter den Wellen sind die am häufigsten vorkommenden die liegenden, unter welchen man alle diejenigen begreift, deren mathematische Achse eine horizontale Lage hat; unter stehenden Wellen, welche auch Königswellen, Könige, Tummelbäume oder Tummelwellen genannt werden, versteht man jene, bei welchen die Achse vertikal

ist, und endlich unter schiefen, den am seltensten vorkommenden, alle, deren Achswinkel zum Horizonte ein kleinerer als 90° ist.

Schiefstehend heißt jede Welle, deren Achswinkel zum Horizonte über 45°, und schiefliegend, wenn er weniger als 45° beträgt.

Die mittelst Wellen übergetragene oder fortgepflanzte Bewegung ist meist die rotirend fortgehende oder periodisch wiederkehrende; öfters auch die fortschreitende und continuirlich rückwärts gehende, wo dann die Wellen auf den ihnen ursprünglich angewiesenen Plätzen firirt bleiben; häufig bewegen sich aber auch die Wellen um ihre Achsen mit den von ihnen getragenen oder getriebenen Massen, wie bei Locomotiven, allen auf Eisenbahnen gehenden Transportwagen und bei Dampfschiffen.

Es gibt jedoch auch Fälle, wo die Wellen in der Richtung ihrer Achsen beweglich seyn müssen, wie bei Drehbänken, welche zum Gewindschneiden eingerichtet sind, oder bei Schraubenschneid-Maschinen; oder es ist eine Welle fix in ihrer Achsrichtung, allein dieselbe muß einer Bewegung seit-, auf- oder abwärts fähig seyn, wie es der Fall ist bei Walzwerken zum Ausstrecken von Metallen, bei Appretur-Maschinen, Kalandern, Glätt-Maschinen, bei den Speisewalzen von Dresch-Maschinen und andern; endlich kann es auch der Zweck der Maschine erheischen, daß eine Welle (Spindel) nebst einer Bewegung um ihre Achse noch einer solchen in deren Richtung und seitwärts, auf- oder abwärts fähig ist, wie bei den Passigwerken und Guillochirmaschinen (Kunstdrehbänken), auf welchen nicht bloß mehr Kreis-, sondern eliptische und andere Cylinder und Kegel, so wie Prismen und Pyramiden, Rotationsflächen und Einhüllungsflächen mit verschiedenen aus- oder überstehenden Verzierungen gemacht werden können.

§. 26.

Material und Bestandtheile der Wellen.

Die Materialien, aus welchen die Wellen bestehen, sind Holz, Guß- und Schmiedeisen; im kleinen Verhältnisse auch Bein, Horn und Stahl, und es richten sich Form und Größe theils nach diesen, theils nach der Art der Bewegungen und der Lage der Wellen; abgesehen hievon hat jede Welle als wesentliche Bestandtheile den Wellkörper und die Zapfen. Der Wellkörper ist seiner Masse nach in den meisten Fällen vorherrschend und dient bei den Wellbäumen zur Aufnahme der auf ihnen befestigten Theile, Räder ꝛc.; bei Achsen zu deren Verbindung und Befestigung mit Trägern oder Maschinen-Gestellen; gewöhnlich endigt der Wellkörper in die Zapfen, oder er reicht, meistens jedoch nicht mehr weit, über diese hin-

aus, so daß entweder ein oder zwei Zapfen die Well= oder Achsenden bilden, oder es setzt sich der Wellkörper noch über die Zapfen hinaus an einem oder an beiden Wellenden fort.

Im ersten Falle, wo der Wellkörper den mittleren Theil bildet, heißen die Wellenden Zapfen im engern Sinne, im zweiten, wo sie zwischen dem Wellkörper sind, oder sich dieser noch über sie hinaus fortsetzt, Hälse oder Schlätte. Bei Achsen heißen die Enden Achsschenkel, der mittlere Theil oder das zweite Ende, wenn nur ein Achsschenkel vorhanden ist, Achskörper.

§. 27.

Zapfen und Zapfenlager.

Zapfen heißen im Gesammtbauwesen gewisse Theile, welche entweder zur Verbindung einzelner Stücke mit einander dienen, wozu dann immer zwei Theile nöthig sind, nämlich ein solider oder massiver Theil, meist von prismatisch cylindrischer oder pyramidenförmig konisch converer Form der Zapfen mit äußerer Rundung, dann ein concaver hohler Theil (mit innerer Höhlung) von entsprechender Gestalt mit dem ersten, das Zapfen=Loch oder Loch kurzweg genannt, in welches der Zapfen gut eingepaßt, durch Keile, Nägel, Schrauben 2c. mit oder ohne Kitt festgehalten wird; oder es bildet der Zapfen einen über eine Hauptmasse vor= oder überstehenden Theil und dient entweder als Handhabe zum Anfassen, Fortschieben, Aufheben und Transportiren jener Masse überhaupt (Schubkarren) oder zum An= oder Aufhängen anderer Theile; ebenso dienen Zapfen zum zeitweisen Verschlusse von Oeffnungen in Gefäßen, in welchem Falle in pyramidenförmiger, meist aber konischer Form, in die entsprechend gestalteten Oeffnungen Löcher eingetrieben, oder eingeschlagen, entweder bloß in Folge der Reibung, oder durch andere Mittel, wie Keile, Schrauben 2c. festgehalten werden; endlich ist es auch noch der Zweck der Zapfen, Maschinentheile, wie Räder, in einer bestimmten Lage zu erhalten, dabei aber deren Bewegung um ihre Achse, manchmal auch in der Richtung derselben, zu gestatten und möglichst zu begünstigen.

Wir könnten sonach alle Zapfen in vier Classen eintheilen, in deren erste alle diejenigen zu zählen wären, welche zur beständigen oder zeitweisen Verbindung einzelner Theile dienen und, welche wir mit dem Namen Verbindungszapfen bezeichnen wollen. Die zweite Classe würde Träger und Handhaben, Handfassen, die dritte die Verschluß=

zapfen und endlich die vierte Classe die beweglichen oder Wellzapfen umfassen.

Die erste Classe der Verbindungszapfen gehört in die später abzuhandelnde Hauptabtheilung von den „Verbindungen", die zweite und dritte Classe ist von so geringer Bedeutung, daß sie keiner besondern Abhandlung bedürfen, und wir haben uns hier vorzugsweise mit den Wellzapfen zu befassen.

Die Zapfen und Hälse oder Achsschenkel sind diejenigen Theile der Wellen, mit welchen dieselben in geeigneten Unterlagern liegen oder stehen, oder auf welche die um sie beweglichen Theile aufgesteckt sind; ihre, so wie die Form ihrer Unterlager, welche Zapfenlager, bei Achsen Achsbüchsen heißen, richtet sich im allgemeinen nach der Lage der Wellen; immer muß die Form eine solche seyn, daß letztere möglichst erleichtert, also die Reibung ein kleinstes wird.

§. 28.

Specielle Betrachtung der Wellen.

Wir haben bereits §. 26 angeführt, daß Wellen aus verschiedenen Materialien ausgeführt werden, welche sich aber größtentheils auf drei Gattungen reduciren, nämlich:

hölzerne,
schmiedeiserne und
gußeiserne Wellen.

Alle drei Gattungen sind ihrer Hauptform nach größtentheils cylindrisch oder in vier-, sechs- und achteckiger Form ausgeführt; die hölzernen und schmiedeisernen immer massiv, die gußeisernen massiv und hohl, rohrförmig aus mehreren Stücken zusammengesetzt, mit angegossenen flachen Schienen, Rippen genannt, versehen (man sagt, eine Welle ist gerippt). Die massiven eisernen sowohl als die hölzernen Wellen sind entweder durchaus cylindrisch oder prismatisch, und die hölzernen nur an den Stellen, wo ihre Zapfen hinkommen, conisch oder auch theilweise cylindrisch, und außerdem nur da, wo andere Maschinentheile, wie Wasser- oder Kammräder 2c., mit ihnen verbunden werden, prismatisch geformt.

Man unterscheidet noch nach den Functionen der Wellen:

a) Wellen der ersten Bewegung, Haupt-, Trieb- oder Treibwellen genannt;
b) Wellen zur großen Mittheilung, und
c) Wellen zur zweiten Mittheilung der Bewegung.

Unter Haupt- oder Triebwellen der ersten Bewegung versteht

man alle diejenigen, welche eine bewegende Kraft zunächst aufnehmen und fortpflanzen. Wellen zur großen Mittheilung sind diejenigen, welche von den ersten die Wirkung der Kraft aufnehmen, und endlich versteht man unter Wellen der zweiten Mittheilung alle jene, durch welche die Bewegung von den vorhergehenden aus weiter fortgepflanzt wird.

Wo die Strecken, auf welche Bewegung fortgepflanzt und übergetragen werden muß, sehr beträchtlich (oft Hunderte von Fuß betragen) sind, bedient man sich, nebst andern später aufzuführenden Mitteln, meist mit größerem Vortheile der Wellen, als der einfachsten. Da nun aber, wollte man zu einer Fortpflanzung oder Transmission einer Bewegung mittelst Wellen von letzteren nur eine einzelne gebrauchen, diese, ihrer großen Länge halber, um ihr Durchschlagen (Biegen), Einsacken zu verhindern, sehr dick gemacht werden müßte, abgesehen davon, daß auch die Länge ohnehin eine gewisse Gränze nicht übersteigen kann, so bedient man sich in solchen Fällen mehrerer Wellen, welche in gehöriger Zwischenweite durch Lager getragen werden und so fest miteinander verbunden seyn müssen, daß sie nur eine einzige Welle bilden. Diese Verbindungen nennt man Kuppelungen, die Wellen zusammengekuppelte oder verkuppelte Wellen, und man unterscheidet hiebei wieder zwei Classen, nämlich festgekuppelte und losgekuppelte Wellen. Unter festgekuppelten begreift man diejenigen, bei welchen die Kuppelungen so beschaffen sind, daß die sämmtlichen gekuppelten Wellen nur eine einzige Welle darstellen, in dauernder Verbindung stehen, während bei losgekuppelten eine solche Anordnung stattfindet, bei welcher man jede einzelne Welle von dem Systeme der übrigen beliebig trennen kann.

§. 29.

Hölzerne Wellen und geeignete Holzgattungen.

Bei uns in Bayern, wie fast in Deutschland überhaupt, wo das Holz verhältnißmäßig wohlfeiler als das Eisen ist, macht man die Wellen größerer Maschinen, als der Mahl-, Oel-Mühlen, Hammerwerke ꝛc., noch größtentheils von Holz; da jedoch seit einiger Zeit das für dieselben geeignete Holz im Preise gestiegen ist und seltener wird, so hat man, wie in England und Frankreich, auch bei uns bereits mehrere eiserne Wellen ausgeführt, und man würde in der That, wenn man die längere Dauer letzterer gegen die hölzernen in Anschlag bringt, meist billiger beikommen, eiserne Wellen zu gebrauchen.

Für hölzerne Wellen müssen stets vollkommen ausgewachsene, gesunde, von Aesten möglichst freie Stämme ausgesucht, zur gehörigen Zeit (im

Januar oder Februar) gefällt, entschält (entrindet) und der Größe ihres Diameters angemessen 8-, 12-, 18- — 24eckig prismatisch so behauen werden, daß der Splint wegfällt, das gesunde Holz aber möglichst geschont wird. In diesem Zustande bleibt nun die Welle bis zu ihrer gehörigen Austrocknung, zu deren Behuf man sie in wagrechter Lage mit so vielen Unterlagen versieht, daß sie sich nicht einsacken (durchschlagen) kann, und vom Boden, um das Einsaugen von Feuchtigkeit und das dadurch herbeigeführte frühzeitige Faulen zu verhindern, wenigstens einen Fuß, besser noch mehr, frei bleibt, und bedeckt sie mit einem eigenen, aus Brettern hergestellten Dache, was natürlich überflüssig ist, wenn man zur Aufbewahrung geeignete luftige Remisen (Schuppen) hat.

Um das starke Aufreißen (Aufspringen über Hirn) an den beiden Wellenden zu verhindern, nagelt man Bretter, leimt Papier oder klebt Leinwand auf, welche mit Pflaster aus Theer oder Pech bestrichen ist; dann erst, nach gehöriger Austrocknung, welche nach der Stärke der Wellen und besonders bei Eichenholz erst nach mehreren Jahren erfolgt, sollen die Wellen weiter behauen, abgehobelt, gedreht und überhaupt rein und so bearbeitet werden, wie es der Zweck erheischt, mit Zapfen versehen und zu ihrem bestimmten Zwecke dann aber auch sogleich beendigt werden. Aus dem Gesagten, wie hieraus, daß öfters eine Welle unvorhergesehen plötzlich bricht, wird schon einleuchten, daß man immer Wellen vorräthig haben muß.

Unter den Holzgattungen ist das Eichenholz das beste für die Wellen, theils wegen seines größeren Zusammenhanges, theils auch weil es in beständiger Nässe, der die Wellen aller Maschinen, welche durch Wasser betrieben werden, an den Stellen ihrer Räder unterliegen, nicht so schnell wie anderes Holz fault.*)

Das Kiefern- oder Föhren- so wie das Lärchenholz wird häufig zu Wellen verwendet und reiht sich rücksichtlich seiner Güte an das eichene an; auch Fichten- und Tannenholz verwendet man hiezu; jedoch ist dieses die schlechteste Sorte.

§. 30.

Zapfen-Materialien.

Die Zapfen sind mit ihren Wellen entweder aus gleichem Material

*) Man nennt die Stelle einer Welle, wo sich ein Wasserrad befindet, die nasse, oder ihren nassen Theil, zum Unterschied von dem andern, dem trockenen; so wird auch der einem Wasserrad zunächst befindliche Zapfen der nasse, der andere aber der trockene genannt.

und aus ein und demselben Stücke, oder aus verschiedenem Material ausgeführt, dabei aber so fest mit der Welle verbunden, als ob sie aus einem Stücke wären. Meistens macht man die Zapfen aus Eisen oder Stahl; nur bei wenig Widerstand überwältigenden und nicht beständig zu gebrauchenden Geräthen und Maschinen, wie gewöhnlichen Haspeln, Winden ꝛc., mit horizontalen Wellen gebraucht man hölzerne Zapfen, welche aber dann stets aus einem Stücke mit ihren Wellen an den Enden letzterer, in angemessener Stärke cylindrisch geformt, angebracht sind. Außerdem richtet sich die Form der Zapfen nach der Lage ihrer Wellen, welche am öftersten die wagrechte ist, wobei die Zapfen cylindrisch und nur in einigen besondern Fällen conisch gemacht werden; bei senkrechter und schiefer Lage der Wellen aber wird gewöhnlich nur der obere Zapfen (der Hals) cylindrisch, der untere dagegen conisch oder nach einer Umdrehungsfläche in Form eines **Talgtropfens** oder einer Kugelzonne ausgeführt.

Zapfen.

§. 31.

Zapfen eiserner Wellen.

Bl. 2. Fig. 1—3.

Wo eiserne Achsen oder Wellbäume gebraucht werden, sind die Zapfen Bl. 2.
größtentheils aus einem Stücke mit denselben, und da, wo die Zapfen cylindrisch und die Wellen in der Richtung ihrer Achsen unverrückbar seyn müssen, genau und so abgedreht, daß der Zapfendurchmesser a′ c′, Fig. 1, Fig. 1 bis 3.
2 und 3 bei der ihm übrigens zukommenden Stärke, wie in Fig. 3, bei cylindrischen Achsen um etwas kleiner wird, als der Achsendurchmesser d′ b′, so daß bei a′ b′, c′ d′ ein Absatz oder Ansatz entsteht, mit welchem die Welle an die Zapfenlager ansteht und so deren Verschieben verhindert. Bei cylindrischen Wellen kann dieser Ansatz durch eine Ebene begränzt werden, welche senkrecht auf der Wellachse steht; hingegen bei kantigen Wellbäumen, wie Fig. 1 und 2, kann diese Begränzung, wie aus der Zeichnung hervorgeht, eine kugelförmige seyn, damit die die Anwellen berührende Fläche nicht zu viele Friction erzeugt. Nur in den Fällen, wo die Wellen von bedeutender Länge nothwendig sind, ihr Gewicht also auch beträchtlich wird, wodurch größere Reibung an den Zapfen und Anwellen, und deßhalb früheres Abnützen stattfindet, und da, wo die Wellen eine senkrechte oder schiefe Stellung erheischen und gewöhnlich auch der untere Zapfen weit mehr leidet als der obere, macht man die Zapfen auch bei den eisernen Wellbäumen nicht aus einem Stücke mit jenen, sondern befestigt dieselben so, daß man sie bei eintretender Abnützung leicht auswechseln kann.

Bl. 2.

Zapfen hölzerner Wellen.

§. 32.

Spitz-Zapfen.

Hölzerne Wellen erhalten, wie bereits bemerkt, größtentheils eiserne Zapfen, deren Gestalt und Größe theils von dem auf ihnen lastenden Gewichte, theils von der Güte des für sie zu verwendenden Materials abhängt. In früherer Zeit wurden Zapfen bloß aus Schmiedeisen ausgeführt; allein seit den letzten zwanzig Jahren, während welchen die deutschen und besonders unsere bayerischen Eisengießereien so bedeutende Fortschritte gemacht haben, werden Zapfen vielfältig aus Gußeisen hergestellt, und es ist zu wünschen, daß recht bald alle mit Vorurtheilen dagegen Behafteten davon geheilt werden möchten.

Das so eben Gesagte bezieht sich jedoch hauptsächlich auf Zapfen, deren Diameter $1\frac{1}{2}''$—$2''$ übersteigt; bei jenen unter dieser Stärke, und besonders da, wo unruhiger oder stoßender Gang oder Seitendruck stattfindet, wird man auch aus Rücksicht ihrer einfachen Befestigung mit der Welle Schmiedeisen wählen. Zapfen dieser Art haben dann gewöhnlich die
Fig. 4-7. Form der Fig. 4, 5, 6 und 7. Dieselben sind nämlich von dem cylindrisch oder conisch geformten Theile c a angefangen, mit welchem sie in den Anwellen liegen, nach einer drei- oder vierseitigen Pyramide a b (Schweif) gestaltet, und mit der mit einem oder zwei Ringen h k l m, Fig. 6 und 7, versehenen Welle dadurch verbunden, daß man den Zapfen mit diesem pyramidenförmigen Theile a b fest in die Welle eintreibt (einschlägt). Bei Zapfen von $\frac{1}{2}''$ Diameter kann a b, der Schweif, von a angefangen $4''$—$5''$, bei $1''$ starken $7''$—$8''$, bei $1\frac{1}{2}''$ Diameter $9''$—$10''$ und bei zweizölligen Zapfen $12''$—$14''$ betragen. An den Ecken werden, wie aus der Zeichnung, Fig. 4 und 6 n, ersichtlich ist, mittelst eines Meißels Vertiefungen eingehauen (in der technischen Sprache Aufschröpfen genannt), welches zur bessern Befestigung des Zapfens beiträgt. — Bei Zapfen unter $\frac{1}{2}''$ Durchmesser bohrt man in die Welle mit einem etwas kleinen Bohrer bis zur halben Länge a n und mit einem noch kleineren nicht bis zur ganzen Tiefe b vor, in welche der Zapfen in die Welle eindringen soll, und schlägt nun denselben allmählich bis a, wo dessen cylindrischer Theil a c beginnt, in die Welle hinein, nachdem man zuvor an die conisch abgerundete Stelle einen oder zwei Ringe so warm, daß sie das Holz nicht mehr brennen, angelegt hat.

Sind die Zapfen stärker als $\frac{1}{2}''$, so genügt es nicht mehr, bloß vorzubohren, sondern es muß auch das Loch für den pyramidenförmigen

Theil a b, jedoch etwas kleiner als dieser, ausgearbeitet werden, indem Bl. 2.
außerdem die Zapfen, besonders in hartem Holze, nicht eingetrieben werden können, ohne selbes zu sprengen. — Beträgt die Dicke der Zapfen einmal 2 Zoll oder darüber, so ist es nicht mehr rathsam, sie durch bloßes Eintreiben mit der Welle zu verbinden, sondern man gebraucht hiezu noch einen oder zwei cylindrische Bolzen oder Schlußkeile f g, h k, Fig. 7, Fig. 7.
deren beide Ebenen in der Richtung der Well-Achse sich rechtwinklig schneiden, wie aus der Figur hervorgeht.

§. 33.

Hacken-Zapfen.

Eine andere, jedoch wie die vorigen nur im Kleinen für leichte hölzerne Wellen zu gebrauchende Art, sind die Hacken- oder Krücken-Zapfen, Fig. 8 und 9, bei welchen man den mit einfacher Krücke, Fig. 8, Fig. 8 und 9.
und den mit doppelter Krücke, Fig. 9, unterscheidet. Beide sind von den in den Anwellen liegenden cylindrischen Theilen a c angefangen bis an ihr Ende b vierecktig prismatisch gestaltet und von b nach d entweder nur nach einer Seite, wie Fig. 8, rechtwinklig abgekröpft, wo dann b d der Hacken, a b die Krücke, und der Zapfen selbst der einfache Krückenzapfen genannt wird; oder diese Abkröpfung ist auch gegen die andere Seite b e verlängert, wie in Fig. 9, wo dann der Zapfen der doppelte Hackenzapfen heißt. Beide Zapfen werden nicht mehr, wie die Spitzzapfen über Hirn, sondern von einer Seite in die Welle eingesetzt, so daß der Hacken b d den Zapfen unverrückbar in seiner Stelle erhält, wie dieses durch die Bolzen oder Schlußkeile beim Spitzzapfen, Fig. 7, erreicht wird. Die durch das Einlassen der Hackenzapfen entstehende Oeffnung an einer Seite der Welle wird mit einem vollkommen ausgetrockneten Stück harten Holzes ausgefüllt und gut verkeilt, worüber dann Ringe, wie beim Spitzzapfen, angelegt werden.

§. 34.

Keil- und Schrauben-Zapfen.

Fig. 10 und 11 sind ähnliche Zapfen, welche auch von der Seite in Fig. 10 u. 11.
die Welle eingelassen werden, wobei aber die Stelle der Krücke ein eiserner Splint oder Keil e d, Fig. 10, oder wie in Fig. 11 eine Schraube e d, vertritt, welche, so wie die Hacken, das Verschieben des Zapfens verhindern soll; außerdem soll auch die Schraube e d, Fig. 11, noch zum genauen Richten des Zapfens in die Achslinie (centriren), so wie beim etwaigen Loswerden desselben zum Feststellen, dienen. Sowohl die beiden letztern, als auch die Hacken- und Spitzzapfen mit ihren Schlußkeilen und

Bl. 2. Ringen werden von Schmiedeisen gemacht, an der Stelle a c, mit welcher sie in den Lagern liegen, genau cylindrisch abgedreht und in die Wellen mit der möglichsten Genauigkeit concentrisch eingepaßt und vollkommen befestiget. Da jedoch, oft selbst bei der größten Genauigkeit durch das Einpassen der Zapfen in die hölzernen Wellen, die Mittelpunkt-Gemeinschaft nicht gehörig erreicht wird, so ist es besser, die Zapfen zuerst nur aus dem Groben zu drehen (schroppen) und erst, wenn sie mit der Welle befestiget sind, rein abzudrehen. Die Anwendung der bis daher beschriebenen Zapfen ist, wie bereits bemerkt, nur im kleinen Verhältnisse zuläßig, kann aber, sobald die Schwere der Wellen oder die durch sie fortgepflanzte Kraft eine größere Zapfendicke bedingt, so wie besonders da, wo ungleichförmiger, stoßender Gang vorhanden ist, nicht mehr stattfinden, sondern man bedient sich dann der Schaufel- oder Blatt-, so wie der in neuerer Zeit erst in Anwendung gebrachten gußeisernen Ringzapfen.

§. 35.

Schaufel- oder Blatt-Zapfen.

Die Schaufelzapfen werden entweder aus Schmied- oder Gußeisen ausgeführt, und man unterscheidet einfache oder gewöhnliche, Fig. 12 und 13, und Kreuzzapfen, Fig. 15.

Fig. 12. Der einfache Schaufelzapfen, Fig. 12, dessen man sich am häufigsten bedient, besteht aus zwei Theilen, nämlich aus dem eigentlichen cylindrischen Zapfen a c, welcher sich in der Richtung seiner Achse m s in einen Kegel endet, und aus dem Blatte, (Bläuel) e f g h; beide Theile sind jedoch aus einem Stücke, bilden zusammen den Zapfen und werden entweder aus Schmied- oder Gußeisen ausgeführt. — Die Länge des cylindrischen Theiles a c beträgt gewöhnlich um den vierten Theil seines Diameters a b mehr, als dieser, und bekommt bei o p einen kleinen cylindrischen Ansatz, welcher die Stärke des Kegels bestimmt, in den der Zapfen endet, und dessen Spitze s, von p angefangen, 5—6 Diameter a b des Zapfens beträgt. Die Breite f h der Schaufel (Blatt, Bläuel) ist gleich dem Wellen-Durchmesser, oder nur um etwas kleiner als dieser, und bei e q so genommen, daß der Winkel f e q 5^0—8^0 beträgt.

Die Schaufel (Bläuel) wird hienach ungleich breit, weil die Welle an der Stelle, wo der Zapfen in sie befestigt wird, gewöhnlich Hals genannt, zum Behufe des besseren Anziehens, Anlegens, der zur Befestigung des Zapfens nothwendigen Ringe I, II und III, conisch bearbeitet wird. Die Dicke e′ k′ der Schaufel beträgt in den meisten Fällen, besonders wenn die Zapfen aus Gußeisen sind, ⅓ des Zapfen-

Diameters a b, und wird gegen die Mitte p hin manchmal etwas stärker Bl. 2. Fig. 12.
gemacht; hier ist die Dicke der ganzen Schaufel gleich. Die Länge e q der Schaufel ergibt sich, indem man die Dicke e′ k′ in der horinzontalen Projection aufträgt, und die sie begränzenden Geraden e′ q′ und k′ u′ zieht, diese schneiden die den Kegel begränzenden Geraden r′ u′, p′ q′ in u′ und q′, welche, beide vereinigt, in der die Zapfen an dieser Stelle begränzenden, auf der Achse a′ s′ senkrecht stehenden Ebene sich befinden, und die Begränzungslinie f h geben. Der Kegel wird von den die Schaufel begränzenden Ebenen f″ h″, m″ n″ als parallel zur Kegelachse gehend, von jeder nach einer Hyperbel geschnitten, von denen wir eine in der verticalen Projection t u v sehen, und für welche man Punkte erhält, indem man den Kegel mittelst Ebenen schneidet, welche senkrecht auf der Achse m s stehen, wie aus der ersten verticalen A und der zweiten verticalen Projection C hervorgeht, auch aus der descriptiven Geometrie bekannt ist. Die Schaufel wird manchmal bei t″ w″ und v″ x″ etwas stärker gemacht, als bei e″ k″ g″ l″; auch verstärkt man öfters die Zapfen bei t″ w″ und v″ x″ nach den gestrichelten Linien; allein bei gehöriger Zapfenstärke ist dieses nicht nöthig, indem dadurch auch das Einpassen des Zapfens in die Welle erschwert und dieselbe wieder mehr geschwächt wird. Bei z z′ erhält der Zapfen ein Loch, durch welches ein Schlußkeil aus Schmiedeisen eingetrieben wird, der zur größeren Befestigung des Zapfens noch beiträgt; manche lassen jedoch dieses Loch aus, indem durch selbes auch wieder die Welle geschwächt wird. Auf die vollkommene Befestigung der Zapfen mit den Wellen muß vorzügliche Aufmerksamkeit verwendet werden, und es ist daher nothwendig, hiezu die geschicktesten und fleißigsten Arbeiter zu verwenden.

Die Verbindung wird auf folgende Weise erzweckt: Nachdem, wie
Fig. 12, der cylindrische Theil a c des Zapfens, so wie dessen Ansatz c d Fig. 12.
aus dem Groben gedreht (geschroppt) worden ist, dreht man den Hals der Welle rein und genau nach der Länge e q der Schaufel, und deren Breite f h und e g conisch ab; hierauf zeichnet man an die Stirne (über Hirn) der Welle, so wie an die conischen Seiten die Stärke der Schaufel und über Hirn die des Kegels t p v genau an, und macht mit einer guten Säge an den Rissen f″ h″ und m″ n″ Einschnitte bis zu f u b, welche Tiefe der Einschnitte der Schaufellänge e q entspricht, und stemmt nun den zwischen diesen Einschnitten befindlichen, die Schaufel aufnehmenden Theil, so wie die Oeffnung für den conischen Theil genau aus, und paßt den Zapfen so ein, daß selber erst durch strenges Eintreiben an seine gehörige Stelle gebracht werden kann. — Dieses Eintreiben geschieht durch Schlagen mit dem Hammer theils an die Stirne a b des cylindrischen

Bl. 2. Fig. 12. Theiles des Zapfens, theils an die Schaufel, und dieses Schlagen muß entweder mittelst eines hölzernen, oder durch Aufsetzen von Holz mittelst eines eisernen Schlegels und allmählich geschehen, welche Vorsicht um so mehr bei gegossenen Zapfen zu berücksichtigen ist, indem bei der größern Sprödigkeit derselben der Zapfen beschädigt und bei plötzlichem Eintreiben desselben die Welle gesprengt werden könnte. Die Hauptverbindung von Welle und Zapfen bilden stets die Ringe I, II und III, welche aus gutem Schmiedeisen $\frac{1}{2}''$—$\frac{3}{4}''$ dick, 2″—3″ breit, stets warm, und jetzt, nachdem der Zapfen an seine Stelle eingetrieben wurde, fest angetrieben werden. Die Zahl der Ringe richtet sich nach der Größe und Länge e q der Schaufeln. Bei 3—4zölligen Zapfen, deren Schaufeln 1′—$1\frac{1}{2}'$ Länge haben, genügen 2—3 Ringe, von denen man zuerst den 1sten so anlegt, daß er, wenn er vollkommen fest angetrieben ist, an dem Ansatze der Welle f h nicht ansteht, sondern bis zur Länge q der Schaufel noch ein Raum, gleich seiner Breite, also 2″—3″, frei bleibt, damit, wenn die Welle noch schwindet, was stets der Fall ist, derselbe noch angetrieben werden kann, ohne ihn abnehmen und enger machen oder gar mit einem neuen auswechseln zu müssen, welches dann eintritt, wenn bei nochmaligem Schwinden der Welle der Ring los wird, und entweder schon an dem Wellansatze ansteht, oder bei nochmaligem Antreiben über die Hälfte seiner Breite, bereits über die Schaufel gegen f oder h hinausgeht. Hierauf legt man den Ring II so an, daß, wenn er fest ist, er gleichfalls aus Rücksicht des späteren Nachtreibens ungefähr um seine Breite mehr gegen die Stirne e der Welle kommt, und endlich wird der Ring III so angelegt, daß seine Vorderfläche e, wenn er fest ist, bündig wird mit der Stirne der Welle. Es dürfte jedoch zu rathen seyn, die drei Ringe wo möglich gleichzeitig allmählich anzutreiben, was bei 2—3 Ringen auch geschehen kann. — Bei großen Zapfen, großer Stärke und Länge der Schaufeln, und besonders da, wo momentaner Widerstand, wo stoßender Gang vorhanden ist, wie z. B. bei Hammerwerken, gebraucht man 4—6 und noch mehr Ringe, welche dann zwischen die Ringe I, II und III in gleicher Weite angelegt werden. In solchen Fällen, besonders bei langen Hammerwellen, versieht man diese mit mehreren Ringen, und zwar so, daß alle zwei bis drei Fuß ein solcher trifft. Da aber die Wellen auf beträchtliche Länge nicht mehr conisch gedreht werden können, so gebraucht
Fig. 12. man hiezu dann sogen. Zugringe, welche mit einer Schraube versehen sind, wodurch sie sowohl anfangs, als bei ihrem späteren Loswerden gehörig angezogen werden können. Da jedoch diese Zugringe theils umständlicher zu machen, theils beim künftigen Anziehen dem Zerbrechen leichter ausgesetzt sind, so zieht man die gewöhnlichen ganzen Ringe dennoch häufig

vor und keilt dieselben beim Schwinden der Welle, oder wenn sie los Bl. 2.
werden, mit Holzkeilen aus. Das Anlegen dieser letztern Ringe an die Welle kann jedoch erst stattfinden, wenn diese nach der Befestigung der Zapfen gehörig abgedreht worden ist.

Durch Anwendung des erwähnten eisernen Splints oder Schlußkeiles z, dessen Länge gleich der Wellendicke, und durch diese, so wie durch ein am hintern Zapfenende befindliches Loch z fest eingetrieben wird, sucht man das Verschieben des Zapfens in der Richtung seiner Wellachse zu verhindern und eine noch festere Verbindung von Welle und Zapfen zu erreichen.

Wir haben in der Mitte dieses Paragraphen angeführt: man dreht die Zapfen vor ihrer Befestigung mit der Welle bloß aus dem Groben (man schroppt sie ab); allein es ist unerläßliche Bedingniß, daß jeder Zapfen vollkommen rund, rein abgedreht, ja bei genauen Maschinen selbst gut geschliffen und polirt werden muß; da aber, wenn dieses schon vor der Befestigung der Zapfen vorgenommen wird, bei ihrem Einkeilen und Anlegen der Ringe diese nicht nur der Beschädigung ausgesetzt sind, sondern es auch beinahe unmöglich ist, die Zapfen so zu befestigen, daß ihre Achsen genau in die Verlängerte der Welle treffen, was strenge bedungen ist, damit sie nicht wälzen (werfen, schlagen, unrund laufen), welches Unrundlaufen nicht nur größere Friction in den Anwellen erzeugt, sondern auch Ungleichheit des Ganges einer Maschine bewirkt, so ist es nothwendig, sie in sogenannten Kirnern (Körner, Kegel), nicht aber allenfalls in Interimsanwellen abzudrehen, was übrigens ohnehin keinem nur einigermaßen Denkenden beifallen kann, mir aber doch schon vorgekommen ist. Wohl gebe ich zu, die Wellen und die an ihnen befestigten Räder oder Scheiben und Rollen für Seile und Bänder rc., erst nachdem sie mit ihren nun rein gedrehten Zapfen in deren definitiven Lagern laufen, abzudrehen, wodurch Genauigkeit des Ganges in vielen Fällen erzweckt oder erhöht wird; übrigens bezieht sich das Gesagte vorzüglich auf Zapfen und Wellen neu anzulegender Werke, indem man bei älteren Werken, wenn der Fall eintritt, daß entweder im Laufe der Zeit ein Zapfen durch Abnützung zu schwach geworden ist, oder durch irgend eine andere Veranlassung ein Bruch an einem solchen erfolgt und ein neuer nothwendig wird, selten die nöthige Zeit hat, die Wellen von den mit ihnen verbundenen Theilen, wie Wasser-Kammräder rc., zu befreien, dieselben aus ihrer gewöhnlichen in eine andere zum Abdrehen geeignete Stelle zu bringen, und den Zapfen nach dessen Befestigung sammt der Welle wieder zu drehen, wodurch letztere auch an Stärke verlieren würde.

Statt dessen muß man für jede Welle wenigstens einen vollkommen

Bl. 2. abgedrehten Zapfen vorräthig halten, um denselben, wenn es nöthig ist, in der kürzesten Zeit für einen schadhaften an dessen Stelle mit möglichster Genauigkeit und Kostenersparung einsetzen zu können.

Es wurde bereits angeführt, daß die Zapfen der horizontalen Wellen genau cylindrisch abgedreht werden müssen, welche cylindrische Form allerdings auch die von der Theorie vorgeschriebene ist, allein nach unsern und den praktischen Erfahrungen Anderer dürfte es stets vorzuziehen seyn, die
Fig. 14 Zapfen, wie in Fig. 14, nicht ganz cylindrisch, sondern in der Mitte bei d b etwas, jedoch nicht so auffallend wie hier, bauchig zu machen, was besonders bei solchen Zapfen zu empfehlen ist, welche nicht aus einem Stücke mit ihrer Welle sind, sondern eigens in diese eingesetzt werden müssen, ohne sie später erst sammt der Welle abdrehen zu können.

§. 36.

Schmiedeiserner Blattzapfen.

Fig. 13. Figur 13 haben wir einen zweiten Blattzapfen dargestellt, welcher aus Schmiedeisen verfertigt, gleiche Tragkraft und Widerstandsfähigkeit mit dem in Fig. 12 beschriebenen besitzt, und sich von diesem lediglich nur durch schwächere Dimensionen und darin unterscheidet, daß bei ihm die Spitze s des verlängerten conischen Zapfens in der Mitte der hinteren Stirnfläche des Blattes angenommen wurde, was hauptsächlich nur wegen des für den Splint oder Schlußkeil bestimmten Loches z, welches so leichter durchgemacht werden kann, geschehen ist. Dieses Loch z ist hier kreisrund, wobei also ein cylindrischer Bolzen gebraucht wird, der öfters auch eine vollständige Schraube mit Kopf und Mutter bildet, wo dann ersterer in den Wellenhals bündig eingelassen, die Mutter aber, in geeigneter Dicke ausgeführt, auf einer starken Unterlegscheibe auf der anderen Seite des Wellenhalses aufliegt und fest angezogen wird. Die Hauptbefestigung des Zapfens wird übrigens hier, so wie bei allen anderen Blattzapfen, nur durch die in Fig. 12 angezeigten, aus dem besten zähen Schmiedeisen gefertigten Ringe I, II, III erzweckt, welche auch bei dem
Fig. 13. geschmiedeten Blattzapfen Fig. 13 in gleicher Dimension, wie dort, gebraucht werden können.

Im Uebrigen gilt auch hier, so wie bei allen Blattzapfen, das dort Gesagte.

§. 37.

Der doppelte Blattzapfen.

Fig. 15. Der doppelte Blatt- oder Kreuzzapfen, Fig. 15, unterscheidet

sich von dem einfachen Blattzapfen darin, daß er zwei, sich unter einem Bl. 2. Fig. 13.
rechten Winkel schneidende Schaufeln oder Blätter hat, welche von dem gleichfalls in Kegelform auslaufenden Zapfen ausgehen, wodurch nicht nur eine größere Stärke erreicht wird, sondern derselbe auch richtiger in die Wellenmitte eingesetzt werden kann und eine größere Festigkeit mit ihr erhält; daher werden auch dieselben bei den stärksten Wellen gebraucht, und gewähren bei einer gehörigen Zahl angelegter Ringe I, II, III und IV die längste Dauer. Die Kreuzzapfen können aus Schmied- und Gußeisen ausgeführt werden, kommen aber, aus ersterem hergestellt, der Umständlichkeit ihrer Bearbeitung halber sehr theuer. Für mittelstarke Wellen gebraucht man auch die sogen. dreiflügeligen Zapfen, welche sich von den Kreuzzapfen darin unterscheiden, daß, während bei diesen durch das rechtwinklige Durchschneiden von 2 Blättern gleichsam 4 halbe Blätter entstehen und von Manchem auch vierflügelig genannt werden, jene nur 3 solche halbe Blätter oder Flügel haben.

§. 38.

Krummzapfen.

Zur Umwandlung der Kreisbewegung einer Welle in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung, oder auch umgekehrt, wie bei Pumpen, Sägmühlen und Dampfmaschinen ꝛc. bedient man sich der Kurbeln, welche man dann immer wo möglich sogleich mit einem Zapfen verbindet, so daß beide ein einziges Stück bilden, welches man Krummzapfen nennt.

Die Krummzapfen sind gewöhnlich einfache Blattzapfen und tragen in ihrer Verlängerung die Kurbel, von welcher aus dann mittelst der Zugstange (Stelze) die geradlinige Bewegung erfolgt. In Fig. 16 ist Fig. 16.
ein solcher Krummzapfen für ein von dem verstorbenen großen Mechaniker, Jos. Ritter von Bader, ausgeführtes, zur Hebung der Soole in Reichenhall bestimmtes Druckwerk berechnet und construirt; a b ist der Hals des Zapfens, womit selber in dem Lager liegt, b c, d e, f g, bildet die Kurbel, ist aber aus einem Stücke mit dem Zapfen; b c, d e heißt das Knie, Arm oder Bug, und h k heißt der Zapfen oder die Warze; f g bildet einen Ansatz, zwischen welchem und dem Ansatze e m die Anwellen der Zugstange liegen, wodurch die Zugstange sich in der nämlichen, auf der Achse s t senkrecht stehenden Ebene bewegt.

Mehr hievon in der Abtheilung: Kurbeln, Balanciers ꝛc.

Bl. 2.

§. 39.

Kuppelzapfen.

Eiserne Wellen können an ihren Enden unmittelbar miteinander gekuppelt werden, während dieses bei hölzernen hingegen nur mittelst ihrer Zapfen geschehen kann; man nennt in diesem Falle die Zapfen Kuppelzapfen. Die Kuppelzapfen sind entweder Blatt-, Kreuz- oder Ringzapfen und ganz wie diese gestaltet. Fig. 17 ist ein solcher Blattzapfen in den 3 Projectionen A, B und C dargestellt, wie ihn Verfasser in der hiesigen Röckenschuß-Tuchfabrik ausgeführt hat; c a b u ist der Zapfen der ersten Welle, von welcher die Bewegung ausgeht, und ein gewöhnlicher Blattzapfen, der bei b in eine Pyramide endigt; a c ist der Zapfenhals, womit selber in den Anwellen läuft, dessen Verlängerung c d nach einem quadratischen Prisma gestaltet ist; v i e ist der gleiche Blattzapfen, jedoch ohne Hals, dessen Stelle aber ein mit dem anderen Zapfen ganz gleicher, quadratisch-prismatischer Theil e d vertritt, und welcher bei b in einen cylindrischen Zapfen endigt, der in ein gleiches Loch des andern Prisma paßt; q n r s ist eine Hülse, Muff genannt, welche genau passend über die beiden Prismen geschoben ist, und durch die Schrauben i'' k'' und l'' m'' gegen das allenfallsige Auseinanderziehen der Zapfen mit ihren Wellen versichert ist. Die Zapfen sind mit der Welle durch die Ringe I, II und III, IV verbunden. Zapfen, Muff, Ringe und Schrauben sind aus geschmiedetem Eisen. Mehr hievon in der Abtheilung: Kuppelungen.

(Fig. 17.)

§. 40.

Ringzapfen.

(Fig. 18 u. 19.) Die Ringzapfen, Fig. 18 und 19, erst in neuerer Zeit erfunden, und daher auch noch wenig bekannt, gewähren sowohl ihrer Festigkeit, als auch ihrer Wohlfeilheit halber, mehrfache Vortheile. Dieselben können am zweckmäßigsten aus Gußeisen hergestellt werden und unterscheiden sich von den Blatt- und Krummzapfen darin, daß, während diese, ob aus Schmied- oder Gußeisen gefertigt, stets mit schmiedeisernen Ringen versehen werden müssen, bei den Ringzapfen die Blätter und der Ring zusammen aus einem Stücke sind. Man unterscheidet 2-, 3- und 4flügelige Ringzapfen, je nachdem nämlich, wie bei den Krumm- und Blattzapfen, 2, 3 oder 4 halbe Blätter oder Flügel vom Zapfen ausgehen. Fig. 18 ist ein vierflügeliger Ringzapfen, welcher in dieser Form und Stärke bei mehreren Wasserradwellen der von mir im Großen ausgeführten Werke angeordnet wurde. Die Projection A ist so gezeichnet, als ob der Ring

g l, m n und der Zapfen c d bis zum Ansatze n c mittelst einer Ebene, Bl. 2. Fig. 18.
deren Spur o p ist, durchschnitten wäre. Der Zapfen d e endigt sich in einen Kegel, dessen hinteres Ende e durch eine Kugel begränzt wird. Da diese Zapfen zwar nur für hölzerne, jedoch ziemlich gewichtige Wasserräder von 4—6 Pferdekräften*) gebraucht wurden, so hielt ich es für nöthig, den conisch gestalteten Ring g l, m n in der Richtung der Wellachse d e 9 Zoll Breite zu geben, während man bei der Zapfendicke c n in gewöhnlichen Fällen mit 6″ bis 7″ ausreicht; auch der verlängerte conische Zapfen d e wurde zur Erzielung einer größern Tragfähigkeit länger, als gewöhnlich gemacht, hingegen die Blattbreite h k nur 6″ genommen, wodurch die Welle weniger geschwächt und dem Abdrehen nicht so sehr ausgesetzt ist. Gewöhnlich werden die Flügel h k, der Ring m l und der conische Theil des Zapfens d e, von d angefangen von gleicher Länge, und der Zapfen selbst bei e, statt wie hier, durch eine Kugel, mit einer auf der Achse d e senkrechtstehenden Ebene, begränzt. Der quadratisch-prismatische Theil a b in der Verlängerung des Zapfens dient zum Aufstecken eines Kammrades, Kurbelscheibe, Riemlaufes ꝛc.

Fig. 19 ist ein dreiflügeliger Ringzapfen, der von mir gleichfalls Fig. 19.
bei mehreren Maschinen zur Transmission der Bewegung für wagrechte Wellen angeordnet wurde. Die Projection A ist gezeichnet, als ob der Ring f g l m mit der Ebene o p, dann der Flügel d k mit einer andern q r, der Zapfen aber gar nicht durchschnitten wäre. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit der Welle, sowie zur Verhütung der Verdrehung sind 3 Schienen aus Schmiedeisen v′ s′ t′ in die Welle eingelassen und mit Holzschrauben befestigt, über welche Schienen dann der Zapfen geschoben und fest aufgekeilt ist.

§. 41.

Scheibenzapfen.

Fig. 20 zeigt die Befestigung eines Zapfens mit einer gußeisernen Fig. 20.
hohlen Welle. A ist erste verticale Projection, wobei man sich die Welle und ein Stück des Zapfens durchschnitten gedacht hat; B ist zweite verticale Projection. Der Zapfen a b d c ist mit einer Scheibe e g versehen, welche bei g einen Falz bildet, in welchen die Welle h k, ebenfalls mit einer gleichen Scheibe b versehen, und hievon Scheibenzapfen genannt, beide genau gedreht, — angesteckt und mittelst der Schrauben 1, 2, 3 ꝛc. festgehalten wird, so daß, im Falle der Zapfen bricht, selber leicht und

*) Der Verfasser rechnet eine Pferdkraft: 400 bayerische Pfund in 1 Secunde 1 bayerischen Fuß hoch gehoben.

Bl. 2. schnell durch einen schon im Vorrathe gehaltenen ersetzt werden kann. — Wir werden sogleich im nächsten §. und später bei Wasserrädern über hohle und massive eiserne Wellen Mehreres zu erörtern Gelegenheit haben.

W e l l e n.

Blatt 3 und 4.

§. 42.

Der ganze Cyclus der jetzt folgenden Wellen ist LeBlanc's letztem nachgelassenen Werke „Le mecanicien constructeur etc.", welches von Dr. Carl Hartmann deutsch bearbeitet wurde, entnommmen, und enthält durchgehends Beispiele von Wellen, welche in Frankreich ausgeführt sind. Es ist dies keineswegs geschehen wegen Mangel an bei uns in Deutschland ausgeführten und sich als gut bewährten Mustern; Verfasser hat selbst mehrere hölzerne und eiserne Wellen auszuführen Gelegenheit gehabt, von welchen auch einige bei „Transmission der Bewegung" und bei „Wasserräder" noch folgen; allein theils zur Ersparung von Zeit, welche das Sammeln, Zeichnen und Arrangiren solcher Beispiele erfordert, theils auch um die die Maschinenkunde Studirenden mit der französischen Constructionsweise mehr und mehr vertraut zu machen, welche, wenn übrigens gerade nicht immer an Solidität, doch bis daher immer noch an Geschmack und Leichtigkeit unserer Art zu construiren, und selbst der englischen voransteht, haben wir den ganzen Cyclus, mit Ausnahme einiger Beispiele, sowie dieß auch von Zapfenlagern und anderer geschehen wird, hier aufgenommen, und hiebei auch theils das metrische Maß, als das bequemste und beste der Welt, mit beibehalten, um den des Zeichnens Beflissenen gleichsam zu dessen Gebrauch und Einübung zu drängen.

Hölzerne horizontale Wellen.

§. 43.

Horizontale hölzerne Welle mit vierflügeligen Blatt= oder Kreuzzapfen.

Blatt 3. Fig. 21—22.

Bl. 3. Diese Welle ist dargestellt in Fig. 21 A in einer Längenansicht, wobei man sich den Zapfen am rechten Wellenhalse bei B^2 noch nicht in seine an der Welle ausgearbeitete Stelle zu denken hat; am linken Wellenhalse B^1 ist der Zapfen bereits eingesetzt und mit der Welle verbunden; B ist die Stirnansicht von dieser linken Seite, C die der rechten, wobei man sich die Welle bei B^2 mit der Ebene 2, 2 durchschnitten gedacht hat; D ist Verticalschnitt des Wellenkörpers nach 1, 1, Fig. 21 A und Fig. 22 A und B sind Stirn= und Längenansichten des Zapfens außer der Welle.

Die Welle ist die eines Wasserrades, welches 7 Umgänge per Minute macht; ihr Hauptkörper A A, welcher in conische Hälse $B^1 B^2$ endet, ist prismatisch, regelmäßig, achteckig, und sie selbst, was bei uns in Deutschland nie geschieht, aus vier Stücken zusammengesetzt, was aus Fig. C und D besonders ersichtlich ist; über die Verbindung der vier Theile ist im Texte nichts enthalten, und es läßt sich nur aus D entnehmen, daß diese Verbindung lediglich durch flache, eiserne Düpel o hergestellt ist, welche der Länge nach in Entfernungen von 2′—3′ eingestemmt oder eingebohrt sind (man sehe Holzverbindungen, dritte Abtheilung, Spunden, Düpeln). Es scheint, daß die Hauptverbindung der vier Theile bloß durch die Ringe f, f an den Zapfenhälsen und durch das auf der Mitte des Wellkörpers mittelst Aufkeilen mit diesem verbundene Wasserrad erreicht wurde. Bei uns in Deutschland würde man sich mit solch einer Verbindung nicht begnügen und zum wenigsten den Wellkörper von den Hälsen weg cylindrisch oder conisch gestalten und mehrere Ringe anlegen. Wo ein stoßender Gang, wie bei Hammer-, Pochwerken und ähnlichen Maschinen statt findet, dürfte die Welle mit dieser geringen Verbindung, sowie überhaupt aus Stücken zusammengesetzt, nicht gebraucht werden. Die beiden Kreuzzapfen sind gleich und von Gußeisen; der Zapfenkörper ist, wie aus Fig. 21 B, dann Fig. 22 A und B ersichtlich ist, viereckig pyramidenförmig, und es ist entgegen unserer deutschen Constructionsweise, die größere Basis nach innen gegen den Wellkörper, und die kleinere nach außen gegen den Zapfen gerichtet, und ebenso sind die Blätter nach innen stärker, als an der Stirne der Welle; dieses bedingt aber auch das Einsetzen des Zapfens in die Welle in ganz anderer Weise, als bei der unsrigen, und besteht darin, daß man, wie aus Fig. 21 B deutlich ersichtlich, die Einschnitte für die Flügel weiter macht, als diese dick sind, und zwar um ein Bedeutendes. Das Einsetzen wie das Centriren der Zapfen geht viel schneller, indem man für jeden Zapfen bloß über Hirn vier Einschnitte mit der Säge zu machen und die vier Theile herauszustemmen hat, warauf der Zapfen sogleich eingesetzt wird; die zwischen den Blättern und den Flügel-Einschnitten leeren Räume werden mit aus hartem Holze (Buchen- oder Eichenholz) hergerichteten, mit dem Hammer eingetriebenen Keilen ausgefüllt, wobei das Centriren des Zapfens gleichzeitig berücksichtigt wird. Hat der Zapfen seine gehörige Stellung, so werden Ringe f, f, hier 5, jedenfalls braunrothwarm angelegt und fest auf den conischen Hals aufgetrieben. Damit sich aber die Ringe nicht in das Holz einbrennen, gießt man, sobald sie gehörig angetrieben sind, Wasser darauf, wodurch sie auch eine gewisse Härte und Dichtigkeit erlangen.

Bl. 3. Fig. 21 und 22.

§. 44.

Bl. 3. **Verbindung eines Hacken- oder Wurzelzapfens mit einer hölzernen Welle.**

Fig. 23 A u. B.

Hacken- oder Wurzelzapfen haben wir bereits kennen gelernt, und es wurde dieses Beispiel von einem solchen, und zwar einem einfachen Hackenzapfen, hier noch mit aufgenommen, da es der Platz gestattete, und um zu zeigen, wie selber mit der Welle in Verbindung steht.

Fig. 23. Fig. 23 A ist ein verticaler Längenschnitt durch die Mitte der Welle A, wobei die Schnittebene an der Fläche des Zapfens B anliegt; B ist die Stirnansicht der Welle und des Zapfens. Wie schon angeführt, wird der Zapfen seitwärts an der runden Halsfläche in die ausgestemmte Oeffnung, gut einpassend, durch schwache Hammerschläge mit einem Holzaufsatze langsam eingetrieben, bis er mit seiner untern Fläche EF aufsitzt; hierauf werden zwei schon hergerichtete, gut einpassende Stücke C und D harten Holzes in die noch leere Oeffnung oberhalb eingetrieben, und wie vorhin beschrieben, Ringe f, f, hier drei, an den schwach conischen Hals angelegt.

§. 45.

Horizontale, hölzerne Wasserrad-Welle aus der Mühle Vaissy la Rivière.

Fig. 24 A und Fig. 25 A und B.

Fig 24 und 25. Diese Welle ist in Fig. 24 A in einer Längenansicht dargestellt, welche ausreichend zu deren Kenntniß ist; Fig. 25 A ist eine verticale Längenansicht des achtflügeligen Blattzapfens dieser Welle, und B dessen Stirnansicht. Die Welle ist aus einem Stücke, der Körper AA achteckig, die Hälse B^1 B^2 schwach, wohl zu wenig conisch. Auf der Mitte des Wellkörpers AA ist das eiserne Wasserrad von 20 Pferdekräften aufgekeilt, während zunächst am Halse B^2 das die Bewegung übertragende Kammrad befestigt ist; die da angegebenen länglichen Vierecke sind keineswegs durchgehende Löcher, sondern nur leichte Versatzungen für die Arme des Kammrades, welche übrigens recht gut ganz unterbleiben können (Abtheilung 4, Verzahnungen, Aufstecken und Befestigung an Zahnrädern auf ihre Wellen). Der achtflügelige gegossene Blattzapfen, Fig. 25 A und B vergrößert dargestellt, ist ganz anders als der vorhin beschriebene vierflügelige; der Zapfenkörper ist hier cylindrisch und nach einwärts gegen den Wellkörper bedeutend verlängert; die Blätter sind gegen die äußere Holzperipherie

dünner als am Zapfenkörper, und haben eine solche Breite, daß sie nicht Bl. 5.
wie beim vorigen, mit der krummen Wellenhalsfläche bündig gehen, sondern um wenigstens 1/2 Zoll innerhalb dieser stehen, weßwegen auch in Fig. 24 Fig. 24.
bei den Wellenhälsen B^1 und B^2 keiner der Flügel sichtbar ist. Wir gratuliren Jedem, der einen solchen Zapfen so einpassen sollte; nicht nur, daß die Arbeit, ohne daß das Einschneiden über Hirn für die Flügel eine sehr difficile, höchst langsam von Statten gehend wäre, würde auch das bißchen Holz von 1/2 Zoll zur Festigkeit gar nicht beitragen; man schneide also ein und lege auf die Flügel gut aufgepaßte Stücke von recht hartem Holze und über diese die Ringe f, f, hier nur drei, wie früher beschrieben, fest an, oder was wir für noch besser halten, gebe den Flügeln eine solche Breite, daß sie bündig mit der krummen Fläche der Wellenhälse gehen. Uebrigens erachten wir acht Flügel bei dieser Wellstärke als zu viel, und glauben, daß sechs, und selbst nur vier hinreichend gewesen wären.

§. 46.

Gußeiserner Ringzapfen.

Fig. 26 A und B.

Zur Ausfüllung des Platzes haben wir noch diesen Ringzapfen Fig. 26.
aufgenommen, welcher in A in einer Stirnansicht, in B in einem Durchschnitte nach 1, 1 von A gezeichnet ist, ohne diesen als Muster einer guten Construction zu empfehlen.

§. 47.

Verbindung eines Scheibenzapfens mit einer hölzernen Welle, angewendet bei der Wasserradwelle des Gebläses am Hochofen zu Vienne, im französischen Isère-Departement.

Fig. 27 A, B und C.

Die Welle ist aus einem Stücke, regelmäßig achteckig prismatisch Fig. 27
vom Wellkörper, pyramidenförmig auslaufend an den Enden zur Aufnahme und Befestigung des der Hauptmasse nach aus Gußeisen bestehenden Zapfens, welche Verbindung und Befestigung für stark belastete Wellen unter den jetzt bekannten eine der besten ist. Fig. 27 A ist ein Verticalschnitt durch die Mitte der Welle und des Zapfens, nach der gebrochenen Linie 1, 1 und 2, 2, in B und C, B eine Verticalansicht des von der Welle getrennten Zapfens gegen die innere Seite der Scheibe; C ist Verticalburchschnitt nach 3, 3, in A.

Der Zapfen besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich aus einem acht-

Bl. 3. Fig. 27. eckig prismatischen Rohre, Halsstück, Muff C, mit einer angegossenen cylindrischen Scheibe, und aus dem eigentlichen Zapfen D, welcher eine gleiche Scheibe hat. Das prismatische Rohrstück C wird auf den pyramydenförmig bearbeiteten Wellhals B^1 aufgesteckt und durch Holzkeile a, a befestigt und centrirt, in welche später dann flache eiserne Keile b b eingetrieben werden, welche, indem sie die hölzernen spalten, eine große Verdichtung und Festigkeit gewähren; 8 Holzschrauben c vor dem Eintreiben der Eisenkeile schon eingeschraubt, schützen das Halsstück C vor dem Abziehen und tragen zur dauernden Verbindung bei. Der Zapfen D ist mit dem Halsstücke C durch 8 Schraubenbolzen d d verbunden, und es sind außerdem noch in die Scheibe des Halsstückes C und in die des Zapfens D schwalbenschwanzartige Vertiefungen e e eingegossen, in welche Schlüssel f f (Mitnehmer) aus Federzeug (ein Gemenge aus Schmiedeisen und Stahl) eingelegt, durch welche am meisten Widerstandsfähigkeit gegen das Verdrehen erreicht wird. Es versteht sich, daß das Halsstück C und der in selbem befindliche Falz g, sowie die beiden Scheiben an ihren Berührungsflächen nebst den Zapfen gut abgedreht und genau in einander passend bearbeitet sind.

Massive schmiedeiserne horizontale Wellen.

§. 48.

Verbindungswelle in der Mühle von St. Denis.

Fig. 28 A und B.

Fig. 28. Der Wellkörper A ist achteckig prismatisch und hat gegen den rechten Zapfen B^2 hin eine Verstärkung, auf welche das dem Mühlstein die Bewegung mittheilende Winkelrad aufgezogen (befestigt) ist; die Zapfen B^1 B^2 sind cylindrisch in einem Stücke mit der Welle geschmiedet, und gehen vom achteckigen Wellkörper A in kehlenartigen (Quadranten) Anläufen ab. Fig. 28 A ist eine Längenansicht der Welle, B eine Stirnansicht am Zapfen B^1.

§. 49.

Verbindungswelle in der Mühle zu Baissy la Rivière.

Fig. 29 A und B.

Fig. 29. Diese Welle ist in Fig. 29 A in einer Längen-, in B in einer Stirnansicht gezeichnet, aus welchen beiden hervorgeht, daß sowohl der Wellkörper A, als die nächst den Zapfen B^1 B^2 angebrachten Ver-

stärkungen $C^1 C^2$ mit den Zapfen cylindrisch sind, welch' letztere wieder in Bl. 3. Fig. 29.
Quadranten-Ausläufe von der Masse abgehen, und, wie dieses bei den schmiedeisernen Wellen immer ist, aus Einem Stück mit dem Wellkörper geschmiedet. An den Verstärkungen C^1 und C^2 sind Zahnräder aufgesteckt, und zwar bei C^1 ein gußeisernes conisches oder Winkelrad, durch welches den Mühlrädern die Bewegung mitgetheilt wird, während auf C^2 ein gußeisernes Getriebe aufgezogen ist, welches die Bewegung durch ein in selbes eingreifendes, auf der Hauptwelle befindliches Rad erhält. Auf der Verstärkung C^1 sind sehr schmale Vertiefungen d, d (Nuthe, Schlitze) oder Falze, auch Schlüsselwege ausgearbeitet; diese dienen zur Verbindung und Befestigung des genannten gußeisernen Winkelrades, in dessen Nabe oder Gehäuse ähnliche Schlüsselwege ausgearbeitet sind, in welche dann eben so viele Schlüssel, Federn oder Schlußkeile (Mitnehmer) aus Federzeug eingetrieben werden. Das Getriebe, als bei weitem kleiner als das conische Rad, ist auf C^2 nur mittelst eines einzigen solchen Schlüssels e verbunden und befestigt. An dieser Welle sind nicht nur, wie bei allen eisernen Wellen, die Zapfen abgedreht und meist auch abgeschliffen, sondern es ist auch der Wellkörper rein abgedreht.

§. 50.

Cylindrisch schmiedeiserne Welle als Träger von zwei gußeisernen Zahnrädern zur zweiten Mittheilung.

Fig. 30.

Diese Welle, in Fig. 30 in einer Längenansicht gezeichnet, ist durch- Fig. 30.
aus cylindrisch, die Zapfen B^1 und B^2 sind von gleicher Dicke mit dem Körper A und gehen rechtwinklig von diesem, respective den Verstärkungen C^1 und C^2 ab, welch letztere sich ihrerseits in Quadranten-Ausläufen mit dem Wellkörper verbinden; diese Verstärkungen C^1 C^2 nennt man auch Bünde, besonders wenn sie in Rücksicht ihres Durchmessers nicht unverhältnißmäßig, das heißt, nicht $1\frac{1}{2}$ bis 2 Durchmesser in ihrer Länge übersteigen. Jeder dieser Bünde C^1 C^2 hat einen Schlüsselweg d d und e e, welche, wie bei dem vorhergehenden Beispiele, zur Befestigung der Räder dienen.

§. 51.

Cylindrische Welle zur zweiten Mittheilung und zur Aufnahme von drei Zahnrädern.

Fig. 31.

Die Welle in der Längenansicht, Fig. 31, ist wie die vorige ganz Fig. 31.
cylindrisch und abgedreht, und unterscheidet sich von jener nur darin, daß

Bl. 3. der eine Zapfen B^1 ein Hals ist, über welchen sich in gleicher Dicke, nur durch ein kleines Band d von einander geschieden, die Welle noch eine Verlängerung D hat, zur Aufnahme eines Zahnrades, welches auf ihr durch den Schlußkeil c c befestigt wird; Räder, auf diese Art aufgezogen, nennt man frei aufgesteckt. Die beiden Verstärkungen C^1 C^2 sind gleichfalls zur Aufnahme von Rädern eingerichtet und dienen außerdem als Ansätze an die Zapfenlager, welche zu vermehren, im Falle ein starker Druck, durch die Räder herbeigeführt, vorhanden wäre, auch der Zapfen B^2 noch mit einem Rande f versehen ist.

Massive gußeiserne horizontale Wellen.

§. 52.

Hauptwelle einer Dampfmaschine in Saint Ouen.

Fig. 32 A, B, C, D und E.

Fig. 52. Diese Welle ist die der ersten Bewegung oder die Hauptwelle einer Dampfmaschine von 40 Pferdekräften, und macht 15 Umgänge in der Minute; sie empfängt die Bewegung des Kolbens der Maschine mittelst einer frei aufgesteckten Kurbel durch eine Treibstange, trägt das Schwungrad und ein gleichfalls frei aufgestecktes Zahnrad, durch welches die Bewegung übergetragen und weiter fortgepflanzt wird; es sind sonach die Zapfen B^1 und B^2 keine eigentlichen Zapfen, sondern Hälse oder Schlätte, von gleicher Dicke mit dem Wellkörper A, welcher in der Mitte durch ein Band D verstärkt ist, auf welchen das Schwungrad mittelst eines einzelnen Schlußkeiles f aufgezogen ist.

Diese Welle ist Fig. 32 A in einer Längenansicht, B einer Stirnansicht, C einem Vertical-Durchschnitt nach 1, 1 durch den Hals B^1, D einem solchen nach 2, 2 des das Schwungrad tragenden Bandes D, und E in einer Stirnansicht von der Seite der Kurbel, welch' letztere zunächst des Halses B^2 sich auf den viereckig prismatischen Theil C der Welle; die Kurbel ist, wie aus E ersichtlich, durch acht Schlußkeile h, h auf C befestigt. Das die Bewegung fortpflanzende Zahnrad ist links auf E aufgesteckt und durch einen Schlußkeil g befestigt.

§. 53.

Massive cylindrische Wasserradwelle; Welle der ersten Bewegung.

Fig. 33 A, B und C.

Fig. 53. Diese Welle ist ganz cylindrisch gedreht, hat zwei Hälse B^1 und B^2 mit einer Verstärkung D, auf welcher das Wasserrad mit einem Schluß-

keile d aufgezogen ist. Fig. 33 A ist eine Längenansicht, B eine Stirnansicht und C ein Verticalschnitt nach 1, 1; im Halse B^1 links ist ein Band E und außerhalb eine Verlängerung F mit einem Schlußkeile e e und einem eingebohrten cylindrischen Loche f zum Verkuppeln mit einer Welle zur zweiten Bewegung, zur Fortpflanzung der ersten dienend. Bl. 3. Fig. 33.

§. 54.

Massive gußeiserne Welle der Wasserhebungs-Wasserräder von Saint Ouen.

Fig. 34 A, B und C.

Fig. 34 A ist eine Längenansicht, B eine Stirnansicht und C ein Verticalschnitt nach der Linie 1, 1. Fig. 34.

A A ist der Wellkörper, $B^1 B^2$ sind die Zapfen, gegen den Wellkörper wellartig in Hälsen C^1 und C^2 auslaufend. Sie sind abgedreht, und es haben letztere den Zweck, gegen die Zapfenlager zu treten.

D^1 und D^2 sind Rippen, die mit der Welle aus einem Stück gegossen und mit der Feile gerichtet worden sind. Sie dienen zur Aufnahme von Wellkränzen, an denen die Arme befestigt sind, welche die Schaufelkränze des Wasserrades tragen. Diese Art der Befestigung der Wellkränze ist minder vollkommen, als wenn die Welle auf ihrer ganzen Peripherie abgedreht worden wäre; allein sie veranlaßt weniger Kosten und wird in kleinern Werkstätten häufig angewendet.

Gußeiserne massive gerippte Wellen. Bl. 4.

§. 55.

Wasserradwelle mit parabolischen Verstärkungsrippen.

Blatt 4. Fig. 35 A, B und C, und 36 A, D und E.

Diese Welle, mit den Rippen aus einem Stück gegossen, trägt ein Wasserrad von 25 Pferdekräften, macht sechs Umgänge pr. Minute, und dessen Körper sowohl, als die Verstärkungsrippen sind von parabolischer Form.

Fig. 35 A ist eine Längenansicht dieser Welle; Fig. 36 A eine Ansicht nach doppeltem Maßstabe von demjenigen Ende der Welle, an welchem auf c das Getriebe befestigt worden ist. B ist eine Stirnansicht von dem quadratischen Angriffszapfen B^1, welcher ein Getriebe trägt. C ist ein Verticaldurchschnitt nach der Linie 1, 1. D ist ein Durchschnitt des Wellkörpers nach der Linie 2, 2, und E endlich ein Durchschnitt Fig. 35 und 36.

Bl. 4. Fig. 35 und 36. der Welle nach der Linie 3, 3, Fig. 35. Die Verstärkungsrippen dieser Welle sind durch curvenartige Theile mit einander verbunden.

B^1 B^2 sind die Zapfen mit Bändern. Um zu begreifen, wie diese Zapfen oder cylindrischen Theile mit den doppelten Verstärkungsrippen, die den Wellkörper bilden, verbunden sind, denken wir uns einen Cylinder, über welchem ein Kegel angebracht worden, dessen Basis gleich der des Cylinders ist, und lassen dieses System längs der Achse beider Rippen gleiten, so daß die Enden dieser Rippen bis in geringen Entfernungen von der Basis in den Kegel eindringen.

C, C sind Theile von den Rippen, auf denen die Wellkränze für die Radarme angebracht werden. An diesen Theilen ist jede Rippe um eine Verstärkung vermehrt, die in eine rechtwinklige Zuschärfung ausläuft. Diese Rippen sind genau nachgearbeitet, und auf ihnen befestigen acht Schlüssel die Wellkränze auf der Welle.

Fig. 35 B zeigt, daß die Flächen des quadratischen Angriffszapfens ausgetieft sind. Mittelst dieser Einrichtung ist es zur Verbindung des Getriebes mit den Zapfen hinreichend, die hervorstehenden Kanten oder Winkel, welche durch diese Aushöhlungen gebildet worden sind, nachzuarbeiten. Wenn nun die diesen Winkeln correspondirenden Winkel in der Oeffnung des Getriebes auf dieselbe Weise ausgearbeitet worden sind, so werden wir einsehen, wie mittelst 8 Schlüsseln das Getriebe auf der Welle befestigt werden kann.

Nach dem über die Verbindung des Getriebes des Angriffszapfens der Welle Gesagten, wird mit Hülfe der Fig. 36 A, D, E die ganz ähnliche Verbindung eines Wellkranzes mit der Welle klar werden.

§. 56.

Wasserradwelle mit cylidrischem Wellkörper und parabolischen Rippen zu Wesserling.

Fig. 37 A, und Fig. 38 A, B und C.

Diese Welle trägt ein Wasserrad von 80 Pferdekräften und ist dargestellt
Fig. 37 und 38. Fig. 37 A in einer Längenansicht, Fig. 38 B in einer Ansicht nach doppeltem Maßstabe, von der Stirn derselben Welle nach 2, 2, Fig. 38, durchschnitten gedacht; C ein Durchschnitt nach der Linie 1, 1, in Fig. 37, in der Mitte durchschnitten.

Auf den Theilen a, a und b, b werden die Wellkränze befestigt, welche die Arme des Wasserrades tragen. Jeder von den Cylindern ist mit 4 Rippen c, c und mit 4 andern d, d versehen. Die obern Flächen dieser 8 Rippen oder Schlüssel sind mit der Feile gerade gerichtet; sie

entsprechen 8 ebenfalls nachgearbeiteten Schlüsselwegen in der Oeffnung der Wellkränze. Die Befestigung erfolgt mit Keilen oder Splinten. Man wird bemerken, daß die Rippen c, c in der Verlängerung der Verstärkungsrippen d, d liegen. An jedem Ende der Wellkörper ist ein Vorsprung e^1 e^2 vorhanden, gegen welchen der Wellkranz tritt. Bl. 1. Fig. 37 und 38.

Das die Bewegung fortpflanzende Zahnrad ist mit dem Wasserrade verbunden und besteht aus einer gewissen Anzahl von Segmenten, die auf der äußern Seite des einen Wasserradkranzes befestigt worden sind.

Gußeiserne hohle Wellen.

§. 57.

Wasserradwelle mit aus zwei Theilen bestehenden Wellkörpern und angesetzten Zapfen.

Fig. 39 A, und Fig. 40 A, B, C und D.

Fig. 39 A ist eine Längenansicht, Fig. 40 A ein Durchschnitt von dem einen Ende der Welle, und durch die Achslinie gehend, um die Verbindung des Scheiben-Zapfens mit dem Wellkörper zu zeigen. B ist ein Durchschnitt nach der Linie 1, 1, in Fig. 39. C ist ein Längendurchschnitt von dem mittlern Theile der Welle, nach der Achslinie, um die Art und Weise der Verbindung der den Wellkörper bildenden Theile zu zeigen. D endlich ist ein Durchschnitt nach der Linie 2, 2 in Fig. 39. Fig. 39 und 40.

Es sind auf dieser Welle 6 Wellkränze befestigt, die man auf den 6 achteckigen Verstärkungen a, a festkeilt. Die letzte Verstärkung gegen den Zapfen B^1 ist breiter als die 5 übrigen, weil sie ein Zahnrad aufnimmt, an welchem der erste Wellkranz dicht anliegt.

Die beiden Theile des Wellkörpers A^1 A^2 sind mittelst Schraubenbolzen b, b mit einander verbunden. Um es zu vermeiden, daß die auf diese Welle einwirkende Torsion nicht auf diese Bolzen zurückwirke, hat man in jedem Kranz 8 schwalbenschwanzförmige Einschnitte d, d, Fig. 40 D, angebracht. In diese Einschnitte bringt man, ehe man die Schraubenbolzen festzieht, Keile von Federzeug c, c, die gleiche Form mit den Einschnitten haben, aber etwas dicker sind als die Tiefen beider den Kränzen gegenüberliegenden Einschnitte. Man schraubt darauf die Bolzen fest. Die beiden Zapfen B^1 und B^2 sind mit Scheiben e^1 und e^2 aus einem Stück gegossen. Die beiden Enden der beiden Wellkörpertheile A^1 und A^2 sind mit Kränzen versehen, mit denen jene Scheiben durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Um das Centriren der Zapfenscheiben zu erleichtern, sind sie mit

Bl. 4. Fig. 39 und 40. einer Verstärkung f versehen, die abgedreht worden ist, und durch Reibung, welche durch Schmiere verdichtet wird, in den Theil g^1 g^2 der Wellkörpertheile A^1 und A^2 tritt. Dieser Theil ist, soweit der Theil f hineintritt, ausgebohrt, und es schwächen Keile h, h, Fig. 40 B, die Einwirkung der Torsion auf die Bolzen.

§. 58.

Wasserradwelle, aus zwei Theilen bestehend, in der Gewehrfabrik zu Rouen.

Fig. 41 A, Fig. 42 B, C und D.

Der Körper dieser Welle ist eine Umdrehungsfläche, entstanden durch eine flache Parabel, und ganz hohl mit angegossenen Zapfen; sie ist dargestellt durch Fig. 41 A in einer Längenansicht, mit theilweisem Durchschnitt; Fig. 42 B ist eine Stirnansicht von dem Theile A^2 auf der Seite der Verbindung; Fig. 42 C ist eine Stirnansicht desselben Theiles A^2, allein von der Seite des Zapfens; 42 D endlich stellt einen Durchschnitt in der Mitte nach der Linie 1, 1 in Fig. 41 dar.

Fig. 41 und 42.

Diese Welle hat 5 Verstärkungen a, a zur Befestigung der Wellkränze. Die Zapfen B^1 und B^2 sind hohl und mit den Theilen A^1 und A^2 des Wellkörpers aus einem Stücke gegossen.

Die Art und Weise der Verbindung der Theile A^1 und A^2 des Wellkörpers ist bemerkenswerth. Die Kränze b^1 b^2, durch Consolen c, c verstärkt, sind mit den Theilen A^1 und A^2 aus einem Stück gegossen. Der zu dem Theil A^1 gehörende Kranz b^1, Fig. 42 D, ist bei d abgeschrägt, und der zu dem Theile A^2 gehörende Theil hat bei e einen Anlauf. Die vorstehenden Theile sind rings herum nachgearbeitet. Der Theil A^2 verlängert sich von dem Kranze ab in einen sehr spitzen, abgestumpften Kegel, und durch die Druckschrauben f können die Theile A^1 und A^2 so mit einander verbunden werden, daß ihre Achsen zusammenfallen. Der Theil A^1 hat da, wo die Druckschrauben vorhanden sind, zur Vermehrung der Festigkeit eine innere Verstärkung.

Die Verbindung der beiden Kränze wird durch Schraubenbolzen g mit conischem und versenktem Kopfe bewirkt. In jedem Kranze sind quadratische Vertiefungen vorhanden; quadratische Eisenstücke etwas stärker als die Summe von je zwei Vertiefungen füllen dieselben aus. Wenn nun die Muttern der Schraubenbolzen angezogen werden, so drücken die beiden Kränze b^1 b^2 auf die Eisenstücke, und es wird auf diese Weise der Druck des Gußeisens gegen Gußeisen vermieden.

§. 59. Bl. 4.

Röhrenförmige, hohle Welle aus zwei Stücken mit Scheibenzapfen.

Fig. 43 A, B und C.

Fig. 43 A, B und C geben uns ein Beispiel von der Verbindung einer aus zwei Theilen bestehenden hohlen Welle, mit besonders gegossenen massiven Zapfen. Fig. 43 A ist die Stirnansicht dieser Welle mit weggedachtem Zapfen. Fig. 43 B zeigt die Verbindung eines massiven Zapfens mit dem hohlen Wellkörper, und Fig. 43 C ist der Durchschnitt der Welle an der Stelle, wo ihre beiden Theile mit einander verbunden sind. Die Verbindung des Zapfens mit der Welle, sowie die der beiden Theile des Wellkörpers ist denen ähnlich, welche wir vorhin beschrieben haben. Fig. 43.

Balancier-Wellen.

§. 60.

Fig. 44 A und B.

Die Balancier-Wellen sind, da sie selten eine so große Last zu tragen haben wie die übrigen Wellen, in Bezug ihrer Dicke und Länge schwächer als diese. Die vorliegende Welle, dargestellt in Fig. 44 A als einer Fig. 44. Längen- und B als einer Stirnansicht, hat einen parabolischen Körper, durch vier prismatische Rippen verstärkt, welche die Stelle der Federn vertreten, zum Einkeilen in den Balancier. Die Zapfen, am Ende noch mit Rändern versehen, sind cylindrisch und haben fast zwei Diameter zur Länge.

§. 61.

Balancier-Welle mit achteckigem Wellkörper.

Fig. 45 A und B.

Diese Welle unterscheidet sich von der vorhergehenden nur durch den Fig. 45. Wellkörper, welcher seiner Hauptmasse nach von quadratischen Querschnitten mit gebrochenen Ecken ist, durch Rippen verstärkt, welche, wie die bei der vorigen Welle, die Stelle der Federn zum Einkeilen in den Balancier vertreten. Zu beiden Seiten geht der Hauptkörper mit Abrundungen des prismatischen Theiles in Kugelformen über und endet in die cylindrischen an ihren Enden durch Kugelzonnen begränzten Zapfen.

Senkrechte Wellen.

§. 62.

Der Reihenfolge nach würde jetzt, bevor wir senkrechte Wellen selbst anführen, die Betrachtung der Zapfen derselben kommen, allein um nicht

Bl. 4. noch einmal auf das Capitel Wellen zurückkommen zu müssen, und da es der Raum noch gestattet, so haben wir noch folgende 4 Beispiele eiserner Königswellen aufgenommen, bei welchen auch die Zapfen vorhanden sind. Ebenso hätten wir der Analogie halber mit hölzernen senkrechten Wellen den Anfang machen sollen, allein da diese Gattung Wellen sowie die schiefen von den vorhergehenden meist nur in Hinsicht ihrer untern Zapfen verschieden sind, auf welche wir sogleich nach diesen 4 Beispielen und später noch einmal bei den Lagern der stehenden Wellen kommen, so haben wir eine specielle Betrachtung der hölzernen stehenden Wellen nicht nöthig erachtet.

§. 63.

Gußeiserne Königswelle aus der Mühle zu Saint-Denis.

Fig. 46 A und B.

Fig. 46. Fig. 46 A ist eine verticale Ansicht, B ein horizontaler Querschnitt nach 1, 1 in Fig. 46 A. Der Wellkörper A ist achteckig, prismatisch, mit einem am untern Ende in die Cylinderform übergehenden Auslaufe für den untern Zapfen B^1, welcher mit dem Wellkörper in einem Stücke gegossen ist, dessen Stirne, mit welcher er in dem Lager steht, durch eine Kugelzonne begränzt ist; der obere Zapfen B^2, vielmehr der Hals, geht wie der untere mit einem Auslaufe von dem Wellkörper ab, welcher sich oberhalb achteckig, schwächer aber als der Hauptwellkörper A, fortsetzt. Die Welle trägt das große horizontale cylindrische Rad (Stirnrad), in das die kleinern Räder (Getriebe) eingreifen, durch welche die einzelnen Mühlsteine ihre Bewegung erhalten. Dieses große Stirnrad ist bei C^1 auf die Welle aufgezogen und wird durch den mit 2 Schrauben auf dem Wellkörper festgehaltenen Ring D^1 getragen.

§. 64.

Gußeiserne senkrechte Welle in der Mühle von Boissy.

Fig. 47 A, B und C.

Fig. 47. Fig. 47 A ist ein verticaler Aufriß; B ist die Stirnansicht des obern Endes; C ein Verticalschnitt durch die Mitte der Welle am untern Zapfenende B^1, mit ganz gedrehtem Zapfen aus Stahl, welcher durch Splinte (Keile) mit der Welle verbunden ist. Der ganze Wellkörper A^1 ist rund, theils cylindrisch, theils conisch geformt; ober dem Halse B^2 geht die Welle noch ein Stück cylindrisch fort, auf welcher ein Kuppelungstheil

(ein Muff) mittelst eines Schlußkeils aufgezogen ist. C^1 ist der Theil Bl. 4. Fig. 47.
der Welle, auf welchem das große die einzelnen Mahlgänge bewegende Stirnrad, D^1 derjenige, auf welchem das kleinere Kegelrad aufgezogen ist, welch' letzteres die Bewegung von einem auf der Hauptwelle befindlichen großen conischen Rade empfängt. Beide Räder sind durch Federn oder Schlüssel mit der Welle verbunden und befestigt.

§. 65.

Senkrechte schmiedeiserne Welle eines Läufers (der obere bewegliche Mahlstein, zum Unterschied des untern, festen Bodensteins) in der Mühle zu Saint-Denis.

Fig. 48 A und B.

Fig. 48 A Aufriß, B Horizontalschnitt nach 1, 1. Der Wellkörper Fig. 48.
ist cylindrisch abgedreht, unten conisch endigend, welcher conische Theil B^1 zur Aufnahme eines cylindrischen gußeisernen Getriebes dient, das die Bewegung von dem großen horizontalen Stirnrad empfängt. Dieser Theil B^1 ist deßwegen conisch gestaltet, weil das hier sitzende Getriebe bloß durch den eingesetzten Schlüssel a mit der Welle in Verbindung steht, wobei dasselbe zur Abstellung des Ganges (in Ruhe bringen) durch Aufheben mittelst einer eigenen Vorrichtung (Auslösungen) nach aufwärts gehoben wird, bis der Schlüssel a von seiner im Getriebe befindlichen Nuth frei wird, wo sich dann letzteres um die Welle dreht, ohne dieser die rotirende Bewegung mitzutheilen. Der Zapfen B^1 ist von Stahl, gehärtet und in die Welle eigens eingesteckt. Der Läufer ist am obern schwächern Ende B^2 mittelst der sogenannten Haue aufgesteckt, während das stärkere unterhalb in einem Halsbande, vielmehr einer in den Bodenstein eingelassenen, mit demselben verbundenen Büchse, wovon wir bei den Zapfenlagern noch Beispiele aufführen, läuft.

§. 66.

Schmiedeiserne Königswelle in der Mühle von Maudslay.

Fig. 49 A, B, C und D.

Fig. 49 A Aufriß, B Stirnansicht vom oberen Zapfen, C Horizontal- Fig. 49.
schnitt nach 1, 1, in Fig. 49 A; D Verticalschnitt bei herausgedachtem untern Zapfen. Der Hauptkörper A^1 ist sechseckig, prismatisch und an der Stelle A das große horizontale Stirnrad aufgesteckt, welches dem die Läufer bewegenden Getriebe die Bewegung mittheilt. Unterhalb dieser Stelle ist der Wellkörper cylindrisch mit 2 Schlüsselmuttern, in welche die Keile

Bl. 4. eingetrieben, jeder durch 2 Schrauben und unterhalb durch einen Schraubenring in Fig. 49 A, durch gestrichelte Linien in D durchschnitten angegeben, festgehalten werden. Der untere Zapfen B¹ aus gehärtetem Stahl ist eigens eingesetzt und wird durch eine Stellschraube gehalten.

Zapfen für senkrechte, schiefstehende und schiefliegende Wellen.

§. 67.

Für senkrechte und schiefstehende oder liegende hölzerne Wellen können die am höher liegenden Wellende zu gebrauchenden Zapfen je nach der Wichtigkeit der Maschinen und dem mittelst derselben zu bewirkenden Effecte entweder Spitz- oder Schaufelzapfen, und so, wie wir sie beschrieben haben, gebraucht werden. Für liegende Wellen aber, deren Neigung gegen den Horizont über 10° beträgt, kann man dieselben noch mit einem
Bl. 5. eigenen, am Zapfenende befindlichen Ansatze a a, einem Bande (Blatt 5,
Fig. 50. Fig. 50) versehen, welches dazu dient, den Druck, den die Welle vermöge ihres Gewichts auf das untere Lager ausübt, auch auf das obere zu vertheilen. Dieser Ansatz ist jedoch nur bei eisernen Spitz- oder Blattzapfen anzubringen, welche, wie die in Blatt 2, Fig. 7, 12 und 14, mit einem oder zwei Schlußkeilen versehen sind, indem die bloßen Spitzzapfen, ohne Ansatz, besonders bei schweren Wellen leicht los werden könnten.

§. 68.

Die unteren Zapfen für schiefliegende Wellen, deren Neigungswinkel zum Horizonte nicht über 10° beträgt, können gewöhnliche cylindrisch geformte Spitz- oder Schaufelzapfen seyn, deren Ansätze, mit welchen sie sich gegen die Anwellen stemmen, von etwas stärkerem Durchmesser genommen werden können, als bei den horizontal liegenden Wellen, um das zu schnelle Einlaufen in die Anwellen zu verhindern.

Auch kann man die Spitzzapfen, besonders wenn der Neigungswinkel der Welle mehr als 10° ist, noch mit einem eigenen Ansatze (a d Fig. 5, Blatt 2) versehen, mit welchem sich der Zapfen gegen die Stirne des Anwells ansetzt, um sein weiteres allenfallsiges Eindringen in diese zu verhindern. — Bei schiefliegenden Wellen, deren Neigungswinkel über 10° und bis 45° beträgt, können die untern Zapfen mit dem so eben erwähnten Ansatze wohl von cylindrischer Form und für hölzerne Wellen Spitz- und

Schaufelzapfen seyn, allein man muß dann entweder die in der Abtheilung Bl. 5.
„Zapfenlager" folgenden Anwellen mit sogen. Stirnwänden gebrauchen, bei welchen jedoch die Friction beträchtlich ist, indem das Gewicht der Welle größtentheils auf die Stirne des Zapfens trifft, mit der er sich gegen die Stirnwand stemmt, oder man läßt den untern Zapfen in seinem cylindrischen Lager noch in einem sogenannten Körner (Conus, Kegel) laufen, auf welchem dann das Gewicht der Welle größtentheils lastet. Dieser Körner, Bl. 5, Fig. 52 und 53, bedient man sich als Anwellen vielfach, sowohl Fig. 52 und 53.
für horizontale als senkrechte und schiefe Wellen, und besonders da, wo die strengste Genauigkeit der Bewegung bedungen und außerdem das auf ihnen lastende Gewicht nicht sehr beträchtlich ist oder die Bewegung nicht ausdauernd, sondern nur periodisch erfolgt, wie bei astronomischen und physikalischen Instrumenten, Drehbänken u. dergl. Der solide Kegel b wird aus Stahl, vollkommen abgedreht und gut gehärtet, der hohle Kegel a aber gewöhnlich von Messing 2c., manchmal auch aus Stahl gemacht; wird derselbe in kleinem Verhältnisse gebraucht, verwendet man auch Edelsteine hiezu. Für horizontale Wellen (Fig. 52) kann der Winkel bei a 45° bis 60°, bei senkrechten (Fig. 53) 90° bis 100° betragen. Das Lagerstück c d ist besonders für horizontale Wellen gewöhnlich eine, in einer eigenen Docke oder Ständer befindliche solide Stellschraube, um, wenn Abnützung stattfindet, selbe gehörig nachziehen zu können.

§. 69.

Wenn der Neigungswinkel einer Welle mehr als 45° beträgt, so nennt man die Welle, wie bereits bemerkt, eine schiefstehende, deren unterer Zapfen aber nicht mehr bloß cylindrisch, sondern nebstdem noch an seiner untersten Stelle, wie schon angeführt, nach einer Revolutionsfläche, gewöhnlich der einer Kugelzonne oder einem Talgtropfen, Fig. 4, Bl. 2 und Fig. 51, Bl. 5, geformt ist. Fig. 51.

Wellen, deren Winkel 45° bis 75° betragen, müssen mit ihren Zapfen entweder sehr tief in den Pfannen gehen, zu welchem Behufe man die Warzen dann, wie in Fig. 4, Blatt 2, theils conisch, theils an ihrer Stirne c nach einer andern, als Kugelfläche, mehr spitz (nach einem Umdrehungsellipsoide) formt, oder sie müssen, mit ihrem cylindrisch gestalteten Theile in einer eigenen Direction laufen, wovon auf Blatt 8 bei den Zapfen stehender Wellen Beispiele folgen. Es kommt hiebei viel darauf an, ob der auf die Achsen ausgeübte Druck in directer Nähe des untern Zapfens (der Pfanne) oder weiter hinauf stattfindet, in welch' letzterem Falle wenig von diesem Drucke, sondern nur größtentheils das Gewicht

Bl. 5. der Welle, die Ursache des allenfallsigen Auswerfens derselben seyn könnte, wogegen man denn auch weniger Vorsicht zu gebrauchen hat. *)

§. 70.

Bei hölzernen senkrechten und schiefen Wellen, deren letzterer Winkel nicht unter 75⁰ ist, können vielfältig Spitzzapfen gebraucht werden, welche jedoch stets mit dem beschriebenen, sich an die Stirne der Welle stemmenden Ansatze a d, Bl. 2, Fig. 5, versehen seyn müssen, der um so größer seyn muß, je größer das Gewicht der Welle ꝛc. ist. Um die an der Stirne der Welle anliegende Fläche dieses Ansatzes zu vergrößern, kann man allenfalls, wie in Fig. 4, eine eiserne Scheibe b d von größerem Diameter unter diese legen. Die Zapfen werden häufig, jedoch meist nur in kleinerem Verhältnisse, ganz aus Stahl gemacht, oder es ist wenigstens die Warze angestählt und gehärtet, um das schnelle Abnützen zu verhüten. Die Befestigung der Spitzzapfen ist dieselbe, wie wir sie bereits beschrieben haben; da man jedoch selten vorgerichtet ist, dieselben erst rein abzudrehen, so müssen sie, vor ihrem Einkeilen in diese, schon ganz vollkommen fertig gedreht werden. Für hölzerne Wellen größerer Maschinen wählt man der Solidität und längeren Dauer halber jedoch Schaufel- oder Ringzapfen in der Form, wie wir sie bereits beschrieben haben, und nur mit dem Unterschiede, daß, nachdem die in den Pfannen laufenden Warzen sich oft frühzeitig abnützen, man diese besonders aus gehärtetem Stahl macht und in den cylindrischen Theil des Zapfens eigens einsetzt. Zu diesem Behufe wird die Warze an dem in den Wellkörper hineingehenden Theil bloß nach einer vierseitigen Pyramide gestaltet, fest eingetrieben, und, um das allenfallsige Zersprengen des Zapfens zu verhindern, besonders wenn selber aus Gußeisen ist, legt man einen oder zwei Ringe in rothwarmem Zustande an die Zapfen an. Solider noch kann die Warze mit dem Zapfen mittelst eines Schraubengewindes, wie in Bl. 5, Fig. 51, verbunden werden, welches Gewinde jedoch, um dessen allenfallsiges Loswerden oder Aufschrauben zu verhindern, ein dem Gange der Welle entgegengesetztes seyn muß, d. h. bewegt sich die Welle rechts, so muß ein linkes, bewegt sie sich links, ein rechtes Gewinde gewählt werden. Das Gewinde muß jedoch scharfgängig, gut ausgeschnitten und mit einer hinlänglichen Gänge-Anzahl versehen seyn, und man macht, um die Warze gehörig einschrauben, bei allenfallsiger Abnützung wieder losschrauben und

(Randnotizen: Bl. 2. Fig. 5. — Fig. 4. — Bl. 5. Fig. 51.)

---

*) Es gibt jedoch auch Fälle, wo man zur Aufhebung einer Bewegung die Pfanne so gestaltet, daß das Ausrücken der Welle leicht möglich wird. Hievon bei Auslösungen und Verwandlung der Bewegungen.

mit einer neuen auswechseln zu können, den Ansatz c zur Aufnahme eines Ringes sechs- oder achteckig. Bl. 5.

Sollte man jedoch das Loswerden des Gewindes besonders da befürchten, wo die Wellen sich nach jeder Richtung bewegen müssen, was übrigens selten der Fall ist, indem man hinlängliche Mittel besitzt eine fortschreitende Bewegung plötzlich rückgängig zu machen, so könnte man sich leicht dadurch helfen, daß man, wie den Ansatz c, Fig. 51, Fig. 51. auch das Wellende nach einem 6- oder 8eckigen Prisma wie c formt und über beide einen passenden Ring (Zaum) anschiebt, der mittelst 2 kleiner Schrauben g und f, bloß um beim allenfallsigen Loswerden das Herunterfallen zu verhindern, beide Theile, die Warze und den Zapfen, festhält.

Bei eisernen Wellen ist entweder die in der Pfanne laufende Warze aus einem Stücke mit jenen, meistentheils aber eigens eingesetzt und auf eine der so eben beschriebenen Arten mit denselben verbunden; da diese Warzen nicht nur frühzeitiger Abnützung, sondern manchmal einem plötzlichen Bruche ausgesetzt sind, so ist es nothwendig, immer wenigstens eine Warze vorräthig zu halten.

Wir werden hierüber noch Beispiele bei den Zapfenlagern senkrechter Wellen anführen.

Zapfenlager.

Bl. 5—9.

§. 71.

Allgemeine Erklärung.

Wir haben bereits bei den Zapfen angeführt, daß die Lager deren Träger sind, und so beschaffen seyn müssen, daß die Wellen und Achsen mit den von ihnen getragenen Theilen durch sie in bestimmten Lagen fixirt bleiben, dabei aber ihre Bewegung mit möglichster Leichtigkeit und der kleinsten Reibung vollbringen können. Die am häufigsten vorkommende Bewegung ist im allgemeinen die rotirend fortgehende oder rotirend wiederkehrende, und die Stellung der Wellen am öftersten die wagrechte und sich ihr anreihend die senkrechte, unveränderlich in der Richtung der mathematischen Achsen der Wellen; da sich nun, wie schon erörtert, die Form und Einrichtung des Zapfenlagers nach der Lage der Wellen und der Art der Bewegung richtet, die schiefstehenden oder schiefliegenden Wellen nur wenig vorkommen, und — ist es doch der Fall — die Lager selten eine wesentliche Aenderung erleiden, so werden wir zunächst die Lager für horizontale, dann für Königswellen betrachten.

Bei jedem Zapfenlager sind zwei wesentliche Theile zu unterscheiden, nämlich das **eigentliche Lager, Anwellen**, als derjenige Theil, in welchem die Wellzapfen liegen, und der **Träger** oder **Hälter** derselben, **Unterlager, Lagerblock, Anwellbank** oder **Lagergerüste** genannt; letzteres ist entweder ein auf fest eingeschlagenen Pfählen aufgezapftes oder auf ein Mauerwerk durch Schlaudern oder Schrauben mit diesem verbundenes massives Werkstück aus hartem, meist Eichenholz, oder wo man Natursteine hat, ein auf einem Roste oder auf ein Mauerwerk gelagerter Steinblock, oder auch ein aus mehreren Hölzern, welche durch Verzapfungen und eiserne Schrauben mit einander in fester Verbindung stehen, bestehendes Gerüste, und was in neuerer Zeit allenthalben der Fall ist, ein **gußeiserner Träger, Brücke** genannt.

Das **eigentliche Lager**, das **Anwellen** oder **Angewelle**, bildet entweder ein für sich allein bestehendes, einziges in der Anwellbank bloß eingesenktes, eingelassenes (eingestemmtes) oder durch Keile, **Bruchen***) oder Schraubenbolzen mit dieser verbundenes Stück, oder dasselbe besteht aus mehreren Theilen, welche mit einander unter sich durch Schraubenbolzen und in anderer Art, dann insbesondere mit dem Lagergerüst in Verbindung stehen und gehörig befestigt sind. Im letztern Falle unterscheidet man bei jedem Lager zwei Haupttheile, nämlich das **Lagergehäuse** oder **Gehäuse** kurzweg, und die **Pfanne** oder das **Futter**, auch **Anwellen** für sich genannt.

Das **Gehäuse** besteht aus Guß- oder Schmiedeisen, bildet die Hülle des Futters, welches in cylindrischer oder polygonaler äußerer Form in ersterem ruht, und so beschaffen seyn muß, daß es fest in seiner Höhle liegt, ohne sich drehen zu können oder zu verschieben. Das **Futter** oder die **Pfanne** ist innen gewöhnlich cylindrisch und muß als unmittelbarer Träger des Zapfens überhaupt so beschaffen seyn, daß die Zapfenreibung und Abnützung möglichst vermindert, dem Zapfen die Schmiere leicht zugeführt und erhalten wird, und daß er bei all der unvermeidlichen Abnützung, der es ausgesetzt ist, leicht herausgenommen und durch einen andern vorräthig gehaltenen schnell ersetzt werden kann.

Die **Anwellen** oder **Pfannenfutter** werden aus sehr hartem verwimmerten (verwachsenem) Holze, aus Schmied-, Gußeisen und Stahl, Messing oder Rothguß (8 Theile Kupfer, 1 Theil Zinn), Kanonenmetall (10 Theile Kupfer, 1 Theil Zinn), Glockenmetall (4 Theile Kupfer, 1 Theil Zinn), Zink und Zinn, aus jedem für sich oder gemischt, aus

*) Unter Bruchen versteht man im Gesammtbauwesen meist Verbindungsstücke aus flachem Schmiedeisen, welche durch Schrauben oder Nägel festgehalten werden.

sehr harten Steinen, im kleinen Verhältnisse aus Achat, bei Uhren aus Rubin und Diamant gemacht.

§. 72.

Eintheilung der Zapfenlager.

Man theilt die Lager zunächst mit Rücksicht auf die Wellen ein:

a) in Lager für liegende Wellen, und

b) in Lager für stehende Wellen.

Lager für liegende Wellen.

Bei den Lagern für liegende Wellen unterscheidet man wieder

offene,

geschlossene, und

Lager mit Stirnwänden.

Offene Lager werden nur bei schwereren horizontalen oder sehr wenig geneigten liegenden Wellen gebraucht, wobei nicht zu fürchten ist, daß eine Welle aus ihrem Lager gehoben oder ausgeworfen wird.

Die geschlossenen Lager werden überall angewendet, wo die Wellen entweder in Folge ihres geringen Gewichts oder durch starken Druck von der Seite nach aufwärts ausgehoben würden; dieselben sind entweder massiv, aus einem Stücke, wo sie ungespaltene genannt werden, oder sie erhalten Deckel ohne oder mit einem Futter versehen, welche durch Stellschrauben mit Gegenschrauben oder Muttern und Gegenmuttern festgehalten und mit Schmierlöchern oder Schmierbüchsen, oder auch mit eigenen besonderen Vorrichtungen versehen sind, welche das Schmieren ohne ein anderes Zuthun, als das Eingießen der Schmiere in die vorhandenen Reservoire, selbst verrichten.

Diese Lager nennt man selbstschmierende, dieselben sind nie offene, sondern immer geschlossene Lager.

Lager mit Stirnwänden, welche auch Gefäß-Zapfenlager genannt werden, und entweder offene oder geschlossene seyn können, unterscheiden sich von den übrigen für Wellen darin, daß, während jene auf den beiden Seitenbegränzungsflächen, welche senkrecht auf der Wellachse stehen, offen sind, so daß sie, sowie zur Aufnahme der Zapfen im engern Sinne des Wortes, auch zu der der Hälse dienen, während die Gefäß-Zapfenlager auf der einen dieser Seitenflächen durch eine Wand, die Stirnwand oder Stirn, geschlossen sind. Diese Lager werden bei horizontalen Wellen, jedoch nur da angewendet, wo der Zapfen außerhalb kein Band mehr hat, und wo bei der Welle ein starker Druck in der Richtung der Achse gegen das Lager hin vorhanden ist; theils

gebraucht man dieselben auch da, wo zu fürchten ist, daß fremdartige, den Anwellen und den Zapfen schädliche Theile zwischen diese absichtlich oder zufällig kommen könnten, deßgleichen wo man nicht vorzieht, selbstschmierende Lager zu wählen, damit sich die Schmiere im Lager besser hält, besonders aber bei geneigten liegenden Wellen.

Nebst diesen unterscheidet man noch bei liegenden Wellen folgende Gattungen von Zapfenlagern:

a) Supports oder Bocklager,
b) Hänglager oder Galgen,
c) schwebende Lager,
d) Lager-Docken,
e) Nab- oder Achsbüchsen.

Bocklager oder Supports.

Obgleich es zur Erreichung möglichster Stabilität eine allgemeine Regel ist, die Zapfenlager möglichst niedrig anzulegen, so geht es doch nicht in allen Fällen, die Anwellbänke oder Fundamente bis zunächst unter die Wellen aufzuführen. In solchen Fällen erhalten die Lagergehäuse geeignete Verlängerungen, Gerüste oder Böcke genannt, und es heißen dann die Lager: Bocklager oder Supports.

Die Bocklager können jedoch nur bei leichten Wellen mit geringer Belastung und da Anwendung finden, wo ruhiger Gang mit nicht zu großer Geschwindigkeit stattfindet.

Hängende und schwebende Lager.

In Fabriken und Maschinenwerkstätten, wo eine Bewegung durch gekuppelte Wellen oder auch andere Mittel durch ganze Etagen oft Hunderte von Fußen fortgepflanzt werden muß, würde, wollte man die Wellen auf die Fußböden der einzelnen Stockwerke lagern, die Passage unterbrochen, oft ganz gehindert und außerdem Gefahr für die Arbeiter herbeigeführt werden durch die von den Riemscheiben und Schnurläufen der Wellen ausgehenden Riemen und Gurten, mittelst welcher die Bewegung auf einzelne Maschinen übergetragen wird; zur Beseitigung dieser Uebelstände placirt man die Wellen entweder an die Wände der Gebäude oder an einzelne Säulen, Unterzüge oder Pfeiler oder an den Decken in deren möglichster Nähe; im ersten Falle sind die Lager consolenartig oder in Form geschweifter vorstehender Arme gestaltet, und man nennt sie schwebende Lager; im zweiten Falle sind sie Bocklager in umgestürzter Lage gebraucht, und werden Hänglager genannt. Sowohl die Bock- als die

schwebenden und Hänglager können selbst schmierende Lager seyn, und sind in neuerer Zeit häufig zu solchen umgestaltet worden.

Lagerdocken.

Die Lagerdocken enthalten gewöhnlich zwei geschlossene Zapfenlager in einem Gehäuse; sie sind aus Schmied-, meist aber aus Gußeisen, und bilden die Träger kurzer Wellen, wie für Drehbankspindeln, dann die Wellen der Balanciers und anderer.

Achsbüchsen.

Achs- oder Radbüchsen, auch Schmierbüchsen genannt, sind theils feststehende an Maschinentheile befestigte, theils bewegliche Zapfenlager aus Messing und anderen Kupferlegirungen, wie bei den Locomotiven und andern Eisenbahnwägen, theils sind sie cylindrische oder conische Hülsen aus Eisen oder Messing, welche sich mit ihren bewegten Theilen um die Achse drehen, wie die Rad- oder Achsbüchsen der auf den gewöhnlichen Straßen gehenden Fuhrwerke.

b) Lager für stehende Wellen (Königswellen).

Man hat hiebei die untern von den obern Lagern zu unterscheiden; die untern heißen Fuß-, Spur- oder stehende Lager, die obern Halslager, Halsbänder, auch Büchsen.

Die untern Lager, gewöhnlich auch Pfannen, im kleineren Verhältnisse Pfandeln genannt, bestehen entweder aus einem einzigen Stücke aus Guß-, Schmiedeisen, Stahl oder Messing, in welchen in schalenförmiger Vertiefung zur Aufnahme und Vorräthighaltung der Schmiere die Zapfen stehen, oder es sind die Büchsen aus Messing, Stahl, Schmied- und Gußeisen, in besondere Gehäuse eingelegt mit Böden von gehärtetem Stahl, Thaler, Spurplatten, auch Spur glattweg genannt. Die Gehäuse sind in ihre Anwellbänke, Träger oder Brücken oft nur eingelassen, meistens aber durch Schraubenbolzen fest mit diesen verbunden und haben nebstdem häufig eine solche Einrichtung, daß die Wellen anfänglich schon und später wieder leicht und schnell centrirt (die Wellmittel in ihre erste Lage, in die Mitte, gebracht), deßgleichen die Pfannen erhöht werden können, welch' letzteres meist durch Schrauben oder Keile, öfters auch durch aus solchen zusammengesetzte eigene Vorrichtungen bezweckt wird.

Die Halsbänder oder Büchsen, als die oberen Lager der stehenden Wellen, müssen besonders bei allen senkrechten Wellen immer geschlossene Lager seyn, und bestehen manchmal aus zwei massiven Haupttheilen, welche unter sich durch Schrauben und dann zusammen gleichfalls

mittelst solcher an Balken, welche die Stelle der Anwellbänke vertreten, oder an Mauern und besondern Gerüsten festgehalten werden; oder sie bestehen aus guß- oder schmiedeisernen Gehäusen, wie die Lager für liegende Wellen mit besondern Futtern aus Messing, bei den Büchsen aus 3 — 4 Theilen zusammengesetzt und zum Centriren eingerichtet.

Beispiele von Zapfenlagern für liegende Wellen.

§. 73.

Offene Zapfenlager.

Bl. 5. Blatt 5.

Offene Zapfenlager ohne Futter.

Bl. 5. Fig. 1 und 2.

Fig. 1. Blatt 5 Fig. 1 A und B haben wir ein solches von der einfachsten Form, wie selbe der Verfasser bereits mehrfach angewendet hat, dargestellt. Dasselbe wurde in Gußeisen und Messing ausgeführt, und es wurden hiebei folgende Verhältnisse beobachtet, welche im allgemeinen auch für die folgenden gelten:

Wenn m c der Zapfenradius ist, so wird die das Lager begränzende oberste Ebene p q so angenommen, daß bei offenem Lager $m\,o = \frac{1}{8} - \frac{1}{10}$, $c\,f = \frac{2}{3} - \frac{3}{4}$ des Zapfendiameters ist; die Lagerbreite g′ h′ richtet sich nach der Zapfenlänge, und diese ist entweder gleich dem Zapfendurchmesser, oder um $\frac{1}{4}$ mehr als dieser selbst; h′ k′ wird gleich dem halben Diameter, $l'\,c' = \frac{1}{7}\,l'\,i'$ gemacht. Die Seitenbegränzungs-Ebenen c′ i′ und d′ k′ werden deßwegen schräg gemacht, damit das in die eichene Anwellbank bis zur Linie a b, 1½″ — 2″ eingelassene Anwell durch diese schwalbenschwanzförmige Gestalt um so fester in das Holz eingetrieben werden kann. Außerdem erhält das Anwell mit der Bank keine weitere Befestigung. Von diesem Lager wurden mehrere, jedoch meistens für Wasserrad-Wellen, gebraucht.

Fig. 2. Fig. 2 A und B ist ein zweites offenes Lager ohne Futter von Gußeisen, für die Steinwelle einer Schleifmühle von dem Verfasser ausgeführt. Dieses Lager liegt mit seiner untern Fläche e f auf der obern Seite der massiv eichenen Anwellbank auf, und wird mittelst der Schrauben a und b, deren Muttern in die Anwellbank eingestemmt sind, festgehalten.

Bl. 5.

§. 74.

Offene Zapfenlager mit Futter.

Fig. 3 — 5.

Fig. 3 A, B und C ist ein offenes Zapfenlager mit Futter und Gehäuse; letzteres aus Gußeisen, und, so wie voriges, durch Schrauben a, b, deren Köpfe auf der untern Seite der hölzernen Anwellbank eingestemmt sind, festgehalten; das Anwell c d e f h g ist aus Glockenmetall und wird im Gehäuse durch an dieses angegossene prismatische Kämme e f, c d und g h, welche in die aus C ersichtlichen gleichen Schlitze c″ d″ und e″ f″ genau eingepaßt sind, festgehalten. Fig. 3.

§. 75.

Offenes Zapfenlager mit Schwellplatte und Pfannenfutter für Zapfen der größten Gattung.

Fig. 4 A, B, C und D.

Fig. 4 A stellt eine Seitenansicht des Zapfenlagers dar; B ist ein Grundriß; C ein Durchschnitt nach der Linie 1, 1 in Fig. 4 A, B. Fig. 4 A zeigt die Pfanne C mit ihren Leisten r, r, welche in entsprechende Vertiefungen des Zapfenlagers treten. Diese Pfanne hat äußerlich eine halbachteckige Form, um sich nicht mit der Welle in dem Zapfenlager zu drehen. Diese Form ist die gebräuchlichste bei starken Pfannen. Die kleinern können auch sechs- oder viereckig seyn, welche Form die Verschiebung durch Drehung noch mehr verhindert als die vorhergehenden, welche aber bei Pfannen von einem großen Durchmesser zu viel Material erfordert. Fig. 4.

A in Fig. 4 A die Sohlplatte, die mit 2 prismatischen, rechteckigen Löchern b, b versehen ist, welche die Bolzen aufnehmen, wodurch die Sohlplatte mit der gußeisernen Schwelle B verbunden ist.

Diese Schwellplatte B, welche durch bei c, c angebrachte Grundbolzen auf eine Mauer von Quadersteinen befestigt worden, ist mit 2 Leisten e, e versehen, zwischen denen ein schwalbenschwanzartiger Raum bleibt, in welchen die Sohlplatte des Zapfenlagers gestellt wird. Es bleibt zwischen dieser und den Leisten ein hinlänglicher Spielraum, um zu beiden Seiten eiserne Keile eintreiben und die Stellung des Zapfenlagers genau bestimmen zu können.

Da die Seiten der Leisten schräg laufen, so ist nicht zu befürchten, daß die Erschütterungen der Maschine ein Losziehen der Keile bewirken könnten. Um jedoch jede Verschiebung des Zapfenlagers zu verhindern, befestigt man die Sohlplatte durch Schraubenbolzen auf die Schwelle.

Bl. 5. Fig. 4. Die Löcher b, b haben einen rechteckigen und keinen quadratischen Durchschnitt, so daß man im Stande ist, das Zapfenlager links und rechts etwas zu verschieben und seine Stellung im Verhältnisse zu der Lage der Welle genau zu reguliren.

Die beiden Flächen der Schwelle und der Sohlplatte, die miteinander in Berührung kommen, sind an den 3 hervorstehenden Theilen a, a, a abgehobelt; die Berührung findet daher nur an diesen Punkten statt, welche man die Tracht nennt. In kleinen Maschinenbauwerkstätten, in denen man keine Metallhobelmaschinen hat, richtet man die Trachten mittelst des Meißels und der Feile ab.

§. 76.

Offenes Zapfenlager mit einer Stirnwand (Gefäß-Zapfenlager.)

Fig. 5 A, B, C, D, E und F.

Fig. 5. Dieses Lager ist in Fig. 5 A in einem Aufrisse und B in einem Grundrisse dargestellt. C ist ein Durchschnitt nach der Linie 1, 1 in Fig. 5 A und B; D ist ein Aufriß der Pfanne für sich allein, E ist die Hälfte Durchschnitt derselben nach der Linie 2, 2 in Fig. 5 B; F ein Aufriß des Gehäuses ohne die Pfanne zur Hälfte durchschnitten.

Zur Erleichterung des Schmierens, und damit die Schmiere im Lager hält, hat die Pfanne bei a einen Rand (Stirne). In der Pfanne angebrachte Rinnen g, g gestatten der flüssigen Schmiere, den Zapfen auf seiner ganzen Länge zu umgehen. Die Pfanne hat, wie die zuletzt beschriebene, eine achteckige Form und wird durch die Leisten r, r, welche in die Einschnitte r′, r′ treten, festgehalten. Staat der Leisten r r bedient man sich sehr oft der Ränder oder Backen, besonders bei Pfannen von Messing, bei gußeisernen haben die innen über die Gehäusflächen vorstehenden Theile oder Leisten den Vorzug.

§. 77.

Geschlossene Zapfenlager.

Blatt 5—8.

Geschlossene Zapfenlager ohne Futter.

Fig. 6, 7, 8, 9 und 10.

Fig. 6. Fig. 6 A und B ist ein geschlossenes Lager aus einem Stücke von Messing gegossen; dasselbe wird mit seiner obern Fläche f g bündig in Holz eingelassen, durch die Holzschrauben a, b festgehalten, und durch den

vorstehenden Rand d e, mit d und e gegen Hirnholz gekehrt, gegen das Verschieben gesichert. Bl. 5. Fig. 6.

Alle geschlossenen Lager müssen mit Löchern (Schmierlöcher), wie hier bei c, welche zum Eingießen der Schmiere dienen, versehen werden.

Dieses Lager wurde bei mehreren vom Verfasser ausgeführten Getreide-Säemaschinen angewendet, kann übrigens wegen seiner leichten Befestigungsweise, so wie deßhalb, weil selbes nicht gespalten ist, nur im kleinen Verhältnisse gebraucht werden.

Fig. 7 A und B ist gleichfalls ein geschlossenes, jedoch aus Gußeisen gefertigtes, ungespaltenes Lager, welches vom Verfasser bei einer im Jahre 1838 ausgeführten Oelfabrik, und zwar für die Wasserradschütze, angewendet wurde. Der Zweck dieses Lagers ist, eine Achse aufzunehmen, welche sich nur um einige Grade dreht und beständig unter Wasser ist, und an welcher die Schütze festgehalten wird. Dieses Lager liegt links und rechts an den Seitenwänden des Wassergerinns mit der ebenen Fläche c d stumpf an, und wird durch die Schrauben a und b festgehalten. Dieses, so wie alle ungespaltenen, geschlossenen Lager können übrigens entweder nur in kleinen Verhältnissen, oder nur da gebraucht werden, wo die Bewegung der Achsen nicht beständig stattfindet und nur eine um einige Grade vor- und rückwärts gehende ist. Fig. 7.

Fig. 8 ist ein geschlossenes, jedoch gespaltenes Lager aus Gußeisen und zur Aufnahme der zum Aufziehen und Niederlassen vorhingenannten Wasserradschütze bestimmt. Der eine Theil dieses Lagers wurde, wie es gezeichnet ist, an senkrecht stehende, eichene Säulen, mit f g bündig eingelassen und durch die mit Ansätzen d e versehenen Schrauben a und b festgehalten, welche Schrauben aber gleichzeitig zum Halten und Stellen des Deckels h k dienen. Um aber das auf dem Deckel lastende Gewicht diesen Schrauben nicht allein aufzubürden, hat man das Lager bei d′ und e′ mit Vorsprüngen versehen, so daß sich der Deckel, da die Last nach abwärts drückt, bei e′ auch noch auf das Lager f g stützt. Zur Verminderung der Friction läßt man die geschlossenen Lager den Zapfen selten vollständig umfassen, sondern läßt ihn, wie hier bei o p, noch frei und zwar so viel, daß o p den sechsten Theil des Zapfendiameters beträgt. c ist das Schmierloch und wird auch bei allen nachfolgenden mit c bezeichnet werden. Fig. 8.

Fig. 9 ist ein ähnliches bedecktes, messingenes Lager, jedoch nur im Kleinen anwendbar. Fig. 9.

Fig. 10 A und B ist ein geschlossenes Lager aus Schmiedeisen, ebenfalls nur im Kleinen und da zu gebrauchen, wo der untere Theil in Holz eingelassen werden kann. Bei diesem, so wie bei den vorhergehenden Fig. 10.

Bl. 5. wird der Raum zwischen o, p mit Sohlleder oder mit hartem Holze ausgefüllt, damit der Deckel mittelst der Schrauben fest genug angedrückt werden kann, ohne auf den Wellzapfen einen nachtheiligen Druck auszuüben.

§. 78.

Geschlossene Zapfenlager mit Futter.

Fig. 11—20.

Fig. 11. Fig. 11 A und B ist ein bedecktes Zapfenlager in gußeisernem Gehäuse für mittelgroße Zapfen. Das ganze Gehäuse wird durch zwei Schrauben a b auf der hölzernen Anwellbank, und der Deckel h k durch die zwei Schrauben d e auf dem Gehäuse festgehalten und gestellt. Sowohl der Deckel h k, als das untere Anwell erhalten mit dem Gehäuse die nöthige Verbindung und Festigkeit durch den in der Mitte befindlichen Kamm f g, welcher in den im Gehäuse befindlichen Schlitz f′ g′ paßt. Der Deckel ist hier in der Voraussetzung, daß nach oben kein Druck stattfindet, und er nur dazu dient die Zapfen vor Staub und anderem Unrathe zu verwahren, von Messing, eben so das untere Anwell. Die Gewinde der Schrauben d e können hier, wo wenig oder gar kein Druck auf ihnen lastet, in das Gehäuse eingeschnitten seyn, in allen anderen Fällen aber nicht, weil sich die Gewinde bei oftmaligem An- und Losschrauben, und bei starkem Drucke, besonders im Gußeisen, leicht ausgehen, und wenn eine solche Schraube zerbricht, oft das ganze Gehäuse verworfen werden muß.

c ist wieder das Schmierloch, hier oben, so wie bei allen anderen, zum leichteren Eingießen der flüssigen Schmiere, mit einer eine kleine Schale bildenden Erweiterung versehen; o p ist wieder gleich $1/_6$ des Zapfendurchmessers.

Fig. 12. Fig. 12 A und B ist ein mittelgroßes, geschlossenes Lager, wie selbes vom Verfasser vielfältig ausgeführt worden ist. Das Gehäuse und der Deckel sind von Gußeisen, ersteres durch die Schrauben a b, auf der Anwellbank aus eichenem Holz in diese 1″ — $5/_4$″ eingelassen, festgehalten; beide Anwellen (Futter), aus Kanonenmetall und zur Ersparung achteckig gemacht, erhalten mit dem Gehäuse die nöthige Verbindung und Festigkeit dadurch, daß die beiden Seitentheile des Gehäuses, wie aus der horizontalen Projection B ersichtlich, scharfkantig (gradig) h′ k′ l′ gestaltet, und das Gehäuse am Boden noch bei f′ und der Deckel bei g mit einem angegossenen Kamm versehen sind, für welche das untere und obere Anwell den gehörigen Schlitz hat, wie bei g″ in der Projection C ersichtlich und genau eingepaßt ist. Es ist zu bemerken, daß man sich das Gehäuse auf der rechten, den Deckel aber auf

der linken Seite mit einer Ebene in der Mitte durchgeschnitten zu denken hat. In Bezug der horizontalen Projection B ist zu bemerken, daß der Deckel mit den Anwellen auf der linken Seite als abgebrochen und die Anwellen auf dieser Seite herausgenommen gedacht sind, wodurch auch der Kamm f', so wie die von den Geraden h' k' l' ausgehende schräge Bodenfläche sichtbar ist. C ist die zweite verticale Projection des obern Anwells, wenn man sich das Gehäuse wegdenkt. — Die Schrauben d e, deren Köpfe in der untern Fläche des Gehäuses etwas tiefer als ihre Dicke versenkt sind, damit nämlich die Köpfe nicht eigens in die Anwellbank eingelassen werden müssen, dienen zum Festhalten des obern Anwells mittelst des Deckels k g. Bl. 5. Fig. 12.

Die Gewinde der Schrauben müssen nicht grobgängig, und die Muttern fest angeschnitten seyn, indem selbe sonst, besonders wenn die Zapfen nach aufwärts drücken und stoßender Gang stattfindet, leicht loswerden, was übrigens auch dadurch beseitiget wird, daß man sich eines sogenannten Zaumes bedient, welcher nichts weiter als ein doppelter Schlüssel ist, der, über beide Muttern hingesteckt, sie so festhält, daß sich weder eine noch beide zugleich drehen können. Diese Zäume hat man jedoch längst verworfen und bedient sich jetzt anderer Mittel, von denen eines darin besteht, daß man auf jede der Muttern bei d und e noch eine zweite (Gegenmutter), wenn erstere d und e geeignet angezogen sind, fest aufschraubt.

Eine andere Art des Feststellens des Deckels werden wir in der folgenden Construction kennen lernen:

Fig. 13 A und B ist ein geschlossenes Lager für größere Zapfen; das gußeiserne Gehäuse wird durch vier Schrauben a, b auf der Anwellbank, welche entweder von Gußeisen, Holz oder Naturstein seyn kann, festgehalten; die beiden Anwellen sind hier von Glocken- oder Kanonenmetall, zur möglichsten Ersparung cylindrisch gestaltet, liegen ganz gerade im Gehäuse und in dem Deckel mit den cylindrischen Außenflächen, und sind gegen das Verschieben im Gehäuse nur dadurch gesichert, daß sie zu beiden Seiten breiter als dieses sind, wie in der horizontalen Projection bei n' q' und h' k', in der verticalen bei h k und l m sichtbar ist, (übergreifen), was jedenfalls eine der einfachsten Verbindungsarten ist. Der Deckel wird durch die Schrauben d, e, welche, so wie auch a und b des größern Druckes halber, mit höhern Muttern versehen sind, und nebstdem noch durch weitere zwei Stellschrauben f, g (Gegenschrauben), sobald er einmal seine geeignete Lage erhalten hat, in derselben festgehalten, was ebenfalls eine der vorzüglichern Constructionen ist. Fig. 13.

Rücksichtlich der Zeichnung ist zu bemerken, daß man sich in der verticalen Projection das halbe Lager in der Mitte durchschnitten, und ebenso

Bl. 5. in der horizontalen Projection rechts den halben Deckel abgebrochen und das obere Anwell herausgenommen zu denken hat.

Geschlossenes Zapfenlager der Dampfmaschine zu St. Ouen mit Schwellplatte.

Fig. 14 A, B, C und Fig. 15 D und E.

Fig. 14 u. 15. Fig. 14 A ist ein Aufriß des Zapfenlagers und der Schwellplatte.

B der Grundriß derselben, wobei der Deckel weggenommen gedacht wird.

C der Grundriß des Deckels.

D ein Querdurchschnitt der Pfanne.

E endlich ein Längendurchschnitt derselben.

A in Fig. 14 A ist die Sohlplatte des Zapfenlagers, die mit der Schwellplatte B durch quadratische Bolzen, welche durch rechteckige Löcher t, t gehen, die genaue Stellung des Zapfenlagers gestatten.

C ist der Deckel, a, a, a, a sind cylindrische Löcher, durch welche die Bolzen gehen, die den Deckel mit dem Zapfenlager verbinden.

D eine Verstärkung, welche zur größern Festigkeit des Zapfenlagers an dem Orte dient, wo die Löcher für die Bolzen a, a befindlich sind.

r, r, becherförmige Vertiefungen, welche in ihrer Achse mit einer Oeffnung versehen sind, und welche zu dem Oelen der Zapfen dienen (Schmierlöcher).

Geschlossenes Zapfenlager der Bewegung-Fortpflanzungs-Wellen bei den Dreh- und Bohrbänken in den Werkstätten zu Charenton.

Fig. 16 A, B, C und D.

Fig. 16. Fig. 16 A stellt einen Aufriß und einen Durchschnitt nach der Linie 1, 1 in Fig. 16 B dar.

B ist der Grundriß des Zapfenlagers mit abgenommenem Deckel.

C ist der Grundriß des Deckels.

D endlich ein Durchschnitt der obern Pfanne.

Die beiden Pfannen haben Backen und sind nach außen zu abgerundet. Da sich diese Form viel der Kreisform nähert, so könnte sie nicht ausreichen, um das Drehen der Pfanne mit der Welle zu verhindern. Um nun diese Bewegung unmöglich zu machen, ist jede Pfanne in ihrer Mitte mit kleinen Klauen b, b versehen, welche in gleich gestaltete Vertiefungen in den Deckel oder Hut eintreten.

Die Sohle des Lagers ist hier mit der Schwellplatte durch runde Bolzen c, c verbunden, die durch ovale Löcher c′ c′ gehen, und welche dazu dienen, die Stellung des Lagers zu reguliren.

Zapfenlager mit Stellschrauben aus der Mühle zu Stains. Bl. 6.

Blatt 6 Fig. 17 A, B und C.

Fig. 17 A Aufriß und Verticalschnitt nach 1, 1 in Fig. 17 B; B Grundriß, C Stellschraubenmutter. Der Construction dieses Lagers liegt der Zweck zu Grunde, dasselbe in Beziehung zu der Welle genau zu reguliren, was mittelst der Stellschrauben um jede beliebige kleine Größe geschehen kann. Fig. 17.

Das Lager hat eine Schwellplatte B und wird mit dieser mittelst Schraubenbolzen, welche durch die Löcher d, d gehen, deren Dimensionen einen gewissen Spielraum gewähren, verbunden. B, B sind Schraubenmuttern, die mittelst des mit Gewinden versehenen Theils b, b mit der Schwellplatte fest verbunden sind, und durch welche die Stellschrauben E, E gehen, welche zu der erforderlichen Verschiebung des Zapfenlagers dienen.

Zapfenlager für stärkere Wellen, welche bedeutenden Erschütterungen ausgesetzt sind, von Eugène Flachad.

Fig. 18 A und B.

Dieses Lager ist in Fig. 18 A in einem Aufrisse und in B in einem Grundrisse dargestellt, wobei man sich den Deckel weggedacht hat. Es besteht aus einem Lager und einem Deckel. Das eigentliche Lager besteht aus 2 Theilen: aus einem festen M mit den Verstärkungen P, P, die mit der Sohlplatte A durch quadratische Bolzen verbunden sind, welche durch rechteckige Löcher gehen, und aus einem andern beweglichen N, welcher sowohl oben, als unten, als auch rechts und links frei ist. Dieser bewegliche Theil ist es, welcher die Pfanne trägt und den Deckel aufnimmt. Um seine Lage an senkrechter Richtung zu reguliren, hebt man ihn dadurch, daß man zwischen ihn und die Sohle des festen Lagers Keile f, f treibt. Seine Richtung in der Quere wird durch Eintreiben von Keilen in die leeren Räume b, b bestimmt, in dessen Rinnen sich die Leisten a, a bewegen, welche die Stellung des beweglichen Theiles von dem Zapfenlager in der Richtung der Achse sichern. Der Deckel ist mit dem feststehenden Theile des Zapfenlagers mittelst Schraubenbolzen mit Muttern und mit quadratischem Kopfe verbunden. Es werden diese Bolzen in die rechteckigen Einschnitte k, k, welche zu ihrer Aufnahme dienen, eingeschoben. Fig. 18.

Zapfenlager bei den Walzwerken der Hütte in Guérigny.

Fig. 19 A—G.

Fig. 19 A ist ein Aufriß des Zapfenlagers. B ist ein Grundriß nebst Horizontalschnitt, letzterer nach 2, 2 in Fig. 19 A des Zapfenlagers mit ab- Fig. 19.

Bl. 6. Fig. 19. genommenem Deckel. C ein Durchschnitt nach 1, 1 in A; D ist ein Grundriß des Deckels von oben. E ist ein Grund- und Aufriß von einer der Seiten-Pfannen. F der Grund- und Aufriß von einer der horizontalen Pfannen. G endlich zeigt einen von den Bolzen mit Splint, welche zur Verbindung des Deckels mit dem Zapfenlager dienen. Da der Wellzapfen dieses Lagers sehr stark ist, so hat man die Pfannen aus vier rechteckigen Stücken, Lamellen, angefertigt, von denen drei in dem gußeisernen Lager befestiget sind, und eine in dem Deckel.

Der Deckel ist mit dem Lager durch Bolzen mit Splinten verbunden. Die Verstärkungsrippen A A verhindern ein Schwanken, welches durch die senkrechten Einwirkungen auf die Welle veranlaßt werden könnte. Die andern Seiten B, B, C, C, widersetzen sich den umstoßenden Einwirkungen, welche nach der Achse der Welle erfolgen.

Ein Scheiber D vereiniget die verschiedenen Theile dieses Zapfenlagers. R ist die Schmierbüchse zur Aufnahme des Oeles.

Zapfenlager der eine hydraulische Presse bewegenden Welle.

Fig. 20 A—D.

Fig. 20. Fig. 20 A ist der Aufriß dieses Zapfenlagers. B ist der Grundriß des Lagers mit seinem Deckel; C ist ein senkrechter Durchschnitt nach 1, 1 der Fig. A; D endlich ein einzelner Bolzen b. b b sind die an beiden Enden mit Schraubengewinden versehenen Bolzen, welche das Zapfenlager mit dem Deckel verbinden. Das eine Ende dieser Bolzen wird in das Lager eingeschraubt, und das andere nimmt die Mutter zum Festschrauben des Deckels auf.

§. 79.

Support-Lager, in der Richtung der Wellachse verschiebbar.

Fig. 21 A—F.

Fig. 21. Fig. 21 ist ein in der Richtung der Wellachse verschiebbares Lager, welches auf einer eisernen Platte (Tisch) oder einem Ständer mittelst hölzerner Keile befestigt und so leicht wieder losgemacht und auf eine andere Stelle geschoben werden kann; A ist erste, C zweite verticale und B horizontale Projection des ganzen Lagers; D ist horizontale Projection des obern Theiles, wenn man sich den Deckel nebst den ihn haltenden Schrauben a, b, deren Köpfe bei e und f auf der untern Fläche des Gehäuses stumpf anliegen, so wie die beiden messingenen Anwellen herausgenommen denkt. E ist verticale und horizontale Projection des obern Anwells ohne

Gehäuse, und F sind Projectionen in der doppelten Größe des Lagers zur Erklärung der Bestimmung einzelner Punkte. — Bei der Zeichnung wird mit der ersten verticalen Projection A begonnen, und hier die Krümmung m l k i r x., so wie die durch s'' und q'' gehenden krummen Linien in der zweiten verticalen Projection C festgesetzt, und es handelt sich jetzt darum, die diesen entsprechenden Krümmungen bei g' h' q' und s' t' x. in der horizontalen Projection B, so wie in C die Punkte m'' l'' k'' x. zu bestimmen, welche letztere sich im Durchschnitte des hohlen Cylinders m l k in A und des die Schrauben a und b umschließenden soliden Cylinders befinden, und in m'' l'' k'' eine Curve von doppelter Krümmung bestimmen. Die Verfahrungsweise hiezu ist aus der descriptiven Geometrie zwar längst bekannt; allein wir führen sie hier dennoch in F an, und zwar, wie schon bemerkt, der Deutlichkeit halber in doppelter Größe gezeichnet. Bl. 6. Fig. 21.

Man macht in F die Curve m^4 l^4 k^4, hier ein Viertelskreis gleich der m l k in A; dann k^5 l^5 m^5 gleich der Basis des die Schraube b' umhüllenden soliden Cylinders in B, schneidet jetzt in F beide mittelst wagrechter Ebenen I, II—VI und macht o^3 n^3 p^3 vom Mittel n^3 aus gleich o' n' p' u. s. f., so sind o^3 k^3 p^3 Punkte, die in dieser doppelt gekrümmten Curve als Durchschnitt beider Cylinder liegen und mit freier Hand vereinigt werden können. Um Punkte, wie q', r', s', t' x. für die horizontale Projection B zu erhalten, nimmt man ebenfalls wagrechte Schnitte VII, VIII x. in C an, und macht vom Mittel aus in B s' q' und r' t' gleich s'' q'' u. s. f., dann erhält man gleichfalls Punkte, deren Vereinigung aus freier Hand, oder mittelst des Curvenlineals Blatt 12 Fig. 13 erlangt werden können.

Das übrige wird aus der Zeichnung klar.

Bocklager einer dreifarbigen Kattun-Druckmaschine.

Fig. 22 A — D.

Fig. 22 A ist ein Aufriß desselben; C ein senkrechter Durchschnitt nach 1, 1 in A. B ist der Grundriß des Supports; D der Grundriß und Durchschnitt der obern Pfanne. Fig. 22.

Bocklager einer Maschine zur Fabrication von Papier ohne Ende zu Echarcon.

Fig. 23 A — E.

Fig. 23 A ist ein Aufriß desselben; B Grundriß mit abgenommenem Deckel oder Hut, C ein senkrechter Durchschnitt nach 1, 1 in A. Fig. 23 D ist ein senkrechter Durchschnitt und ein Grundriß des Deckels; E ein Durchschnitt und ein Grundriß der obern Pfanne. B C sind gußeißerne Säulchen, welche das Lager mit seiner Sohlplatte vereinigen, und welche durch die Verbindungen bei A verstärkt sind. Fig. 23.

Bl. 7.

§. 80.

Gußeisernes Hänglager in der Tabakmanufactur zu Gros-Caillou bei Paris.

Blatt 7. Fig. 24 A — D.

Fig. 24. Fig. 24 A ist ein Aufriß; B der Grundriß des Hänglagers von oben; C ein senkrechter Durchschnitt nach 1, 1 in A; Fig. 24 E ist ein Durchschnitt nach 2, 2 in A; D ist eine Pfanne. A A in Fig. 24 A und B sind die ebenen Theile, welche das Lager an den Deckenbalken festhalten. B ist der gußeiserne Bogen, welcher die Pfanne trägt. C ist der Deckel, der mit dem untern Theile des Lagers mittelst der Bolzen a, a verbunden ist, die in dem Lager durch die Stifte b, b festgehalten werden.

Größeres, gußeisernes Hänglager, von dem Verfasser in der von ihm ausgeführten Oelfabrik in der Vorstadt Au bei München.

Fig. 25 A—E.

Fig. 25. Dieses Hänglager wird durch die 4 Schrauben a, b, c und d an dem Deckengebälk festgehalten; rücksichtlich der Zeichnung haben wir vor allem zu bemerken: A ist die hauptverticale Projection, B ist horizontale Projection, wobei man sich das Lager durch die Ebene O, P durchschnitten, und selbes auf die Seite umgestürzt gedacht hat, womit es am Deckengebälke anliegt; C ist ein Stück der horizontalen Projection, um den Deckel und die denselben festhaltenden Schrauben, f, g zu sehen; D ist Durchschnitt der in A angegebenen Spur der Ebene q r, und E ist zweite verticale Projection des untern Theiles. Die Anwellen sind, wie aus C ersichtlich, auf gleiche einfache Weise mit dem Gehäuse verbunden, wie in Blatt 5 Fig. 12. Die Schrauben f, g, welche durch den Deckel das obere Anwell festhalten, sind durch Keile h, i mit dem Gehäuse befestiget; diese Keile, welche ganz durchs Gehäuse durchgehen, sind nämlich in ihrer halben Dicke bei h und i in die Schrauben f, g eingeschnitten und verhindern so deren Herausziehen; l, m sind Löcher zur Aufnahme von Spreizen, ebenso ist bei e ein Loch für den gleichen Zweck. Diese in l, m mittelst Schrauben befestigten Spreizen aus Schmiedeisen sind an l, m schief gegen die Balkendecke hingehend, an diese mittelst Schrauben befestiget und wurden bei der großen Entfernung der Welle von der Decke zur Verhütung des Schwankens des Lagers um so nothwendiger, als an diesem auch

der Ruhepunkt der Rückstange einer Auslösung sich befindet, wodurch momentane Stöße entstehen, welche die Festigkeit gefährden würden. Bl. 7. Fig. 25.

Auch hier war die Absicht, nebst der Zweckmäßigkeit und Dauerhaftigkeit dem Ganzen so viel möglich eine gefällige Form zu geben, was wieder durch das Durchbrechen und Ansetzen von Rippen und Verstärkungen und durch bei e und bei den Schrauben a, b, c, d angebrachte Rosetten geschehen ist.

Kleineres, gußeisernes Hänglager, wie das vorige, von dem Verfasser ausgeführt.

Fig. 26 A—D.

Dieses ist ein kleines und nur durch seine lyraähnliche Form vom Fig. 26. ersten unterschiedenes Hänglager, zu dessen Befestigung mit der Decke die 3 Schrauben a, b, c hinlänglich sind. Die Schrauben g, h, mittelst welcher der Deckel festgehalten wird, haben bei g und h noch eigene Gegenmuttern, mittelst welcher derselbe in einer ihm gegebenen Lage festgehalten wird. Auch sind diese Schrauben mit dem Gehäuse nicht wie beim vorigen mittelst Keilen, sondern durch ins Gehäuse bei e f eingeschobene Muttern, für welche die Löcher schon im Gußeisen gelassen worden sind, befestiget; n ist wieder ein Loch zur Aufnahme einer Spreize. — Da im übrigen alle Theile analog mit denen des Lagers Fig. 25 bezeichnet sind, so glauben wir mit Hinweisung auf die vollendete Zeichnung hier eine weitere Beschreibung ersparen zu können.

Schwebendes Zapfenlager aus der Mühle von St. Maur.

Fig. 27 A—E.

Fig. 27 A ist ein Aufriß des Lagers; B ein senkrechter Durchschnitt Fig. 27. nach 1, 1 in A; C ist ein Grundriß des Lagers, von unten gesehen; D ist ein Detail von dem untern Theile des Lagers, den Deckel weggenommen und E der Grundriß einer Pfanne.

Der Deckel dieses Hänglagers ist mit dem übrigen Theile desselben nicht mittelst Schraubenbolzen verbunden, sondern er wird durch einen Schlüssel B festgehalten, der oben gegen einen Einschnitt c des Arms tritt und unten auf den Deckel D drückt. Dieser Vorsprung des Deckels D wird durch den kleinen Vorsprung E des Lagerkörpers an seinem Platz erhalten.

Die Verstärkungsrippe, welche fast der ganzen Länge des Armes A nach vorhanden ist, reicht auch gänzlich um denselben herum, bis nach F.

Bl. 7. Fig. 27. Diese Verstärkung ist bei hölzernen Hänglagern sehr zweckmäßig, kann aber bei gußeisernen weggelassen werden.

Gußeisernes schwebendes Zapfenlager, vom Verfasser ausgeführt.

Fig. 28 A—D.

Fig. 28. Dieses schwebende Lager für leichte Wellen ist mittelst der beiden Schrauben a und b an einen Balken befestiget. — Fig. 28 A ist erste verticale, B horizontale Projection, C ist zweite verticale Projection und D eine solche des Deckels, welcher durch die Schraube c gestellt und festgehalten wird. Das Uebrige wird aus der Zeichnung klar.

Schwebendes Lager, an eine hölzerne Säule festgeschraubt.

Fig. 29 A—H. *)

Fig. 29. Fig. 29 A Aufriß, B zweite verticale Ansicht, C Grundriß, D Deckel von unten angesehen, E das Lager nach Abnahme des Deckels, F Verticalschnitt des Gehäuses, G und H Ansichten des Pfannenfutters.

Bei diesem Lager dienen die Deckelschrauben zugleich zu dessen Befestigung auf den consolenartigen Träger. Der Deckel ist in seiner Oeffnung mit Rippen versehen, die jede Bewegung des viereckig eingelegten Futters verhindern.

Schwebendes Lager, an verschiedenen Stellen einer cylindrischen, gußeisernen Säule zu befestigen.

Fig. 30 A—C.

Fig. 30. Fig. 30 A ist erste verticale, B zweite verticale Ansicht und C Grundriß mit durchschnittener Säule.

Schwebendes Lager, von einem Steine getragen und durch Schrauben mit diesem verbunden.

Fig. 31 A—G.

Fig. 31. Fig. 31 A ist erste, B zweite verticale Ansicht, C Grundriß, D Durchschnitt durch den Lagerdeckel, E und F das Messing-Futter, einzeln dar-

*) Fig. 29—34 wurden, da sie weder in constructiver noch in formeller Beziehung großen Werth haben, nicht cottirt und man verweist für sie auf die bezüglichen Maßstäbe.

gestellt; dasselbe ist cylindrisch und mit zwei Rändern versehen, nebst einer angegossenen Rippe, damit es sich nicht drehen kann. Bl. 7. Fig. 31.

Kleines, schwebendes, horizontal-verschiebbares Lager ohne Futter.

Fig. 32 A—C.

Fig. 32 A erste, B zweite verticale Projection, C horizontale Projection; a, a ist ein Schlitz, durch welchen ein Bolzen mit Mutterschraube geht, mittelst welcher das Lager festgestellt wird. Fig. 32.

Vertical-verschiebbares Lager ohne Futter.

Fig. 33 A—C.

Fig. 33 A erste, B zweite verticale Projection, C Grundriß; wie das vorige und nachfolgende zu gleichem Zwecke mit einem Schlitz a, a versehen. Fig. 33.

Schwebendes vertical-verschiebbares Lager.

Fig. 34 A—B.

Fig. 34 A Aufriß, B Grundriß. Dieses Lager ist, wie das vorige, nicht mit Futter versehen. Fig. 34.

§. 81.

Lagerdocke, ausgeführt von dem Verfasser bei Pferdegöpeln zum Aufziehen des Bieres aus Märzen-Kellern in München.

Blatt 8. Fig. 35 A—D. Bl. 8.

Fig. 35 A ist erste, C zweite verticale, B ein Stück der horizontalen Projection, Durchschnitt nach o, p. Fig. 35.

Die Docken, sowie alle Hauptheile des ganzen Göpels sind von Gußeisen. Die Docke ist bei g, h, f, k in Form einer Ovale durchbrochen und durch Rippen verstärkt. c d ist das Loch in dem einen Theil der Docke, welches sich auch in dem anderen befindet und zur Aufnahme der schmiedeisernen Achse dient, um welche sich der Bremshebel dreht.

Die ganze Docke wurde durch 4 Schraubenbolzen, von denen zwei a′, b′ sichtbar sind, bei jedem Aufzuge einmal stehend und einmal hängend mit den Hauptbalken des Dachstuhles verbunden.

Gußeiserne Lagerdocke, angewendet bei einem von dem Verfasser construirten und ausgeführten Cylinder-Gebläse als Träger der gußeisernen Balanciers.

Fig. 36 A, B und C.

Fig. 36 A ist erste verticale, C zweite verticale Ansicht mit theil- Fig. 36.

Bl. 8. weißem Durchschnitte, B Ansicht von oben ohne Deckel mit herausgenommenem obern Futter.

Die messingenen Lager sind, wie aus B ersichtlich, in die Seitentheile schwalbenschwanzförmig eingeschlitzt, und werden durch den Deckel a a mittelst der Schrauben d, e, e'', f'' gestellt und festgehalten. Die Docke wurde in der Stellung, wie sie gezeichnet ist, gebraucht und durch 4 Schrauben auf einen durch eine dorische Säule getragenen Architrav von Eichenholz befestiget.

§. 82.

Achs- oder Schmierbüchse eines Eisenbahnwagens.

Fig. 37 A, B und C.

Fig. 37. Diese unterscheiden sich von den gewöhnlichen Zapfenlagern sehr wesentlich dadurch, daß sie zwischen zwei Theilen befestiget sind, die eine gewisse Beweglichkeit haben, wodurch die Art ihrer Zusammensetzung modificirt wird. Um dieß zu verstehen, ist es erforderlich, daß wir das Gerüst eines Eisenbahnwagens und die Einrichtung seiner Achse kurz betrachten.

Das Gestell hängt an ebensoviel Federn, als es Räder hat. Diese Federn sind Kreisbögen, die an ihren Enden mit den Gelenken des Gestells versehen und in ihrer Mitte von einem Ring umgeben sind, der unten in einen cylindrischen Stab endigt, welcher durch das Gestell geht und von der Schmierbüchse der Achse getragen wird. Diese Büchse wird zwischen zwei senkrechten Backen, die an dem Gestelle befestiget sind, gehalten und kann sich zwischen denselben auf- und niederbewegen.

Fig. 37 A ist verticaler Querschnitt; B ist verticaler Längenschnitt, C äußere Ansicht.

Die Büchse a, besteht aus Messing; c ist eine Vertiefung, welche das untere Ende des eisernen Stabes aufnimmt, der die Feder trägt. Rings um diese Vertiefung befindet sich ein ringförmiger Raum b, b, der als Oelbüchse dient; zwei kleine Röhren d, d führen das Oel dem Zapfen f mittelst zweier Dochte zu, die in ihrem Innern stecken und deren Enden zu gleicher Zeit in der Büchse liegen.

Der Deckel g besteht entweder aus Guajac-Holz oder, wie die Büchse selbst, aus Messing. Er ist mit dieser letztern mittelst zweier quer durchgehenden Bolzen verbunden, deren Kopf und Mutter auf beiden Seiten in h und h' versenkt sind. Es hat dieser Deckel keinen andern Zweck, als bei Stößen das Herausgehen der Achse aus der Büchse zu verhindern und den Zapfen gegen Staub zu sichern.

Verbesserte Schmierbüchse mit Pfannen. Bl. 8. Fig. 38.

Fig. 38 A und B.

Die vorige Construction der Büchse aus einem einzigen Stücke zeigte sich bald nachtheilig; sie nutzte sich ab, und man mußte sie gänzlich austauschen. Um dieß zu verhindern, machte man Büchsen mit Pfannen, wie Fig. 38 und Fig. 38^b zeigen; und da das Hervortreten der Achse über die Büchse hinaus zuviel Staub zu dem Zapfen ließ, versah man die Büchse mit einem Schutzdeckel a, der mit der Büchse aus einem Stücke gegossen war und den Zapfen luftdicht in der Büchse verschloß; der Deckel wurde bis zu demselben ausgedehnt.

Schmierbüchse mit Schutzplatten.

Fig. 38b A und B und Fig. 39.

Fig. 38^b A ist Vertical-Schnitt, B äußere Vertical-Ansicht. Fig. 38b.

Man hat bei dieser Schmierbüchse die Vorsichtsmaßregeln noch weiter getrieben. Es befindet sich nicht allein eine Schutzplatte am Vordertheile, sondern auch eine andere am Hintertheile, welche mit einer Oeffnung versehen, die dem Achsendurchschnitt gleich ist. Außerdem ist der Deckel, wie die Büchse, mit einer Pfanne versehen, so daß eine fortwährende Reibung der Achse stattfindet und das Oel sich nicht auf den Deckel absetzen kann. Die Oelbüchse ist mit einem blechernen Deckel versehen, der gänzlich denselben Zweck hat. Bei den Büchsen, Fig. 37 und 38, hat das Gefäß auch einen Deckel, allein es wird nur durch die Federstange in seiner Stellung erhalten. Es befindet sich auf einer Art Support zwischen den beiden beweglichen Theilen.

In Fig. 39 besteht diese Büchse, in welcher sich die Kurbelachse dreht, Fig. 39. aus zwei Pfannen, a und b, von denen die eine a über die andere b greift; zwei durch Schraubenmuttern angezogene Keile c, c haben den Zweck, die beiden Pfannen einander mehr zu nähern, in dem Maße, als sich dieselben abnutzen. Da ihre Flächen auf der Seite der Pfannen senkrecht und auf der Seite der Gabeln d, d des Querriegels geneigt sind, so findet ein paralleles Zusammendrücken statt, und die Pfannen können sich immer zwischen den Backen auf- und niederbewegen.

Die Gabeln d und d sind unten durch einen Schraubenbolzen e verbunden, der sie in der erforderlichen Entfernung hält.

Bl. 8. Fig. 40.

Beispiele von Zapfenlagern für stehende Wellen.

§. 83.

Untere Lager, Fuß- oder Spurlager.

Blatt 8 und 9.

Pfanne ohne Einsatz.

Fig. 40 A und B.

Fig. 40 A ist verticale Projection, wobei man sich das ganze Futter ohne die Achse f e in der Mitte durchschnitten gedacht hat; B ist horizontale Projection.

Das Futter a c d b kann aus Gußeisen oder Messing gemacht werden, ist unten bei c d conisch geformt, oben aber mit einem cylindrischen Rande versehen, so daß, wenn man den conischen Theil in Holz einläßt, das Futter mit dem vorstehenden Rande a b auf der Holzfläche aufliegt und bei späterer Erneuerung leicht ausgehoben werden kann. Die Achse e f ist angestählt, gehärtet und hier bei e ganz cylindrisch in die Pfanne eingesetzt; innerhalb des Randes a b ist ein leerer Raume, welcher zur Aufnahme der Schmiere dient, so daß sich das Lager immer selbst schmiert.

Pfanne mit Einsatz.

Fig. 41 A und B.

Fig. 41. Fig. 41 A und B ist ein anderes vertical-durchschnitten gedachtes Pfannenfutter mit Einsatz dargestellt, wie selbes bei unsern deutschen Mahlmühlen bis daher gebraucht wurde. Das eigentliche Pfannenfutter a c d b, auch Gehäuse oder Haus genannt, ist, wie aus der horizontalen Projection B ersichtlich, hier viereckig prismatisch mit vorstehenden Rändern a und b und kann von Gußeisen oder Messing gemacht werden; e f ist der Einsatz, bei den Mühlen auch Spur genannt, entweder aus gehärtetem Stahl oder auch aus Messing; die Achse g h, auch Mühleisen genannt, ist angestählt, gehärtet und conisch gestaltet, welche Form in jedem Falle der cylindrischen, wie in Fig. 40, besonders da vorzuziehen ist, wo in der Nähe von g h ein starker Seitendruck stattfindet. Oberhalb der Spur e f ist wieder ein leerer Raum h für die Schmiere. Das Futter erhält, wie das in Fig. 40, keine andere Befestigung, als daß selbes

mit seinem untern Theile c d in Holz eingelassen wird und mit seinen beiden vorstehenden Rändern a und b auf der obern Holzfläche aufliegt. Bl. 8. Fig. 41.

Pfannenfutter mit Einsatz, zum Erhöhen eingerichtet.

Fig. 42 A — D.

Es ist hier nebst dem Pfannenfutter auch gezeigt die Anordnung des untern Zapfens einer Königswelle, wie selbes vom Verfasser in der hiesigen Röckenschuß-Tuchfabrik ausgeführt wurde. Der Zapfen e f ist ein zwei- oder vierblättriger Ringzapfen, wie wir sie früher bereits kennen gelernt haben, in welchen eine stählerne Warze g h, in Form eines Talgtropfens, viereckig pyramidenförmig eingesetzt ist, wie aus der horizontalen Projection C, wo man sich den ganzen Ringzapfen umgestürzt und die Warze herausgezogen gedacht hat, bei g′ h′ ersichtlich ist; c d ist ein im rothwarmen Zustand angelegter Ring, um den Zapfen vor dem Zerspringen zu verwahren. Die Blätter e f des Ringzapfens haben nicht ganz die Breite des Ringes, sondern reichen nur bis f, so daß der Ring ober f noch die ganze hölzerne aus vollkommen ausgetrocknetem Eichenholz gefertigte Welle umfaßt und über Hirn bei f fest an die Blätter ansitzt. Der Einsatz l m, die eigentliche Pfanne, ist aus Rothmetall, oben mit einer eingedrehten Schale für die Schmiere versehen und außerdem vollkommen gut in das Gußeisen-Gehäuse eingedreht. Das Gehäuse liegt mit seiner Unterseite auf der aus Eichenholz bestehenden Anwellbank auf und wird durch die beiden Schrauben a und b festgehalten. Fig. 42.

Nachdem durch das Einlaufen des Zapfens h in die Pfanne l m ein Setzen der ganzen Königswelle stattfindet, wodurch die zur Fortpflanzung der Bewegung gebrauchten Räder aus ihrer ersten Lage gerückt würden, was hier nicht stattfinden darf, so habe ich hier noch eine eigene einfache Vorrichtung angebracht, mittelst welcher die Pfanne l m und mit ihr die ganze Königswelle auf leichte Weise gehoben werden kann. Diese Vorrichtung besteht nämlich aus einem Keile i′ k, in der Projection D in i″ k″ ersichtlich, welcher durch das ganze Gehäuse durchgeht und sowohl am Boden des Gehäuses als in der Pfanne l m eingelassen ist, wie bei i ersichtlich. Dieser Keil hat bei k k″ eine Schraube, deren Mutter an einem am Gehäuse angegossenen Vorsprunge bei k anliegt, und wenn selbe angezogen wird, den Keil anzieht und so die Pfanne l m erhebt. In der Projection D hat man sich das Gehäuse in der Mitte durchschnitten gedacht, die Pfanne l m jedoch ganz hinweggelassen.

Bl. 8. **Pfannenträger, von dem Verfasser construirt und ausgeführt.**

Fig. 43 A—C.

Fig. 43. Dieses Lager hat eine ähnliche Anordnung und ist bei dem Steinwerke der von mir ausgeführten Oelfabrik in der Vorstadt Au bei München angewendet. Das Pfannenfutter, hier Pfannenträger oder Pfannenhälter genannt, ist von Gußeisen und besteht aus einer kreisrunden Platte, von welcher 3 ausgeschweifte Blätter n′ o′ p′ senkrecht ausgehen und das Futter, in welchem die Pfanne l m ruht, tragen; am untern Theile der Platte sind 3 Bratzen angegossen, von denen hier eine a b, a′ b′ sichtbar ist, und welche dazu dienen, das Ganze auf dem Bodenstein festzuhalten; es sind nämlich diese 3 Bratzen in den Stein eingelassen und mit hartem Holze fest verkeilt, so daß die untere Fläche der Scheibe stumpf auf dem Steine aufsitzt.

Der Zapfen ist hier ein dreiblättriger Ringzapfen, in welchen auf gleiche Weise wie in Fig. 42 der stählerne Zapfen g h pyramidenförmig eingesetzt ist; die Pfanne l m ist von Rothmetall. C ist eine horizontale Projection des Zapfens, B eine solche des Pfannenhälters ohne den Zapfen. Alle andern Theile sind mit den gleichen Buchstaben wie Fig. 42 bezeichnet, und wir glauben dadurch eine weitere Beschreibung ersparen zu können.

Pfannenfutter mit Einsatz, zum Centriren der Welle eingerichtet.

Fig. 44 A und B.

Fig. 44. Es ist dieses ein Pfannenfutter, wie man sie anwendet, wo großer Seitendruck auf die Welle stattfindet; außerdem ist selbes noch so construirt, daß man die Pfanne centriren kann, was von besonderer Wichtigkeit ist und durch 4 Schrauben n′ o′ p′ und q′ geschieht. Das Gehäuse ist von Gußeisen und mittelst der 4 Schrauben I, II, III und IV auf der Anwellbank festgehalten. Die Pfanne h′ k′ ist von Metall und prismatisch achteckig gestaltet, so daß jede der 4 Stellschrauben n′ o′ p′ und q′ auf eine seiner Seiten drückt; der Boden l m der Pfanne ist hier so wie überall, wo die Welle ein beträchtliches Gewicht hat, von gehärtetem Stahl und eigens eingelegt, ohne mit der Pfanne h′ k′ befestigt zu seyn. Die Welle ist von Gußeisen und der Zapfen a c d aus Stahl, gehärtet, bei d e cylindrisch, mit einem Ansatze b versehen, in die Welle eingesetzt und durch einen eisernen Schlußkeil f g festgehalten. Die Pfanne ist oben bei h k zur leichten Aufnahme der Schmiere etwas schalenförmig ausgedreht und wird erst, nachdem das ganze Gehäuse durch die Schrauben I, II, III und IV auf der Anwellbank festgeschraubt worden ist, indem man eine der Stellschrauben n′ o′ p′ q′ nachläßt und die ihr gegenüberstehende anzieht, genau centrirt.

Einsatz-Pfannen-Futter. Bl. 8.

Fig. 45 A und B.

Fig. 45 A und B ist ein ähnliches Pfannenfutter, und da anzu- Fig. 45.
zuwenden, wo der Steindruck auf die Welle groß ist. Das Gehäuse ist hier von Gußeisen und nur mit 3 Schrauben I, II, III auf der Anwellbank befestigt; l m ist der stählerne Einsatz, h k ein Metalldeckel, durch die Schrauben f, g auf dem Gehäuse festgehalten, und bildet zu gleicher Zeit einen Hals für den Zapfen a c b d e und dessen Direction.

Der Zapfen a c b d e ist von Stahl, gehärtet und mittelst einer flachgängigen Schraube d e mit der gußeisernen Welle verbunden; c b ist ein achteckiger Ansatz am Zapfen zum Anfassen beim Ein- und Ausschrauben desselben.

Gußeiserner Pfannenträger zum Erhöhen der Pfanne, von dem Verfasser in einer Wollspinnerei ausgeführt.

Fig. 46 A—C.

Fig. 46 A ist verticale Projection, theilweise durchschnitten ge- Fig. 46.
dacht; B Durchschnitt nach o, p; C Ansicht von oben mit herausgenommener Pfanne. Die Pfanne d ist von Glockenmetall, und kann mittelst eines Bolzen c durch die Mutter e, f erhöht oder niedriger gestellt werden. Der Träger ist durch die zwei Schraubenbolzen a und b auf der Anwellbank von Eichenholz festgeschraubt.

Pfannenträger zum Centriren der Welle eingerichtet. Bl. 9.

Blatt 9. Fig. 47 A—D.

Es ist dieses ein dem vorigen ähnlicher Pfannenhälter oder Träger, auch Fig. 47.
Brücke genannt, in Form eines Kreisbogens; diese Construction, auch vom Verf. schon ausgeführt, ist deßwegen in vielen Fällen sehr vortheilhaft, weil man unter dem Bogen entweder sogleich ein Lager für eine horizontale Welle placiren kann, oder es kann die horizontale Welle noch unter dem Bogen weiter fortgehen. Der Bogen ist von Gußeisen, durch 4 Schrauben a′, b′, c′, d′ auf einem Fundamente aus Natursteinen oder Holz festgeschraubt und trägt oben bei g das viereckige Pfannengehäuse, in welchem sich wieder ein eigenes viereckiges Pfannenfutter p q, durch die vier Stellschrauben e, f, g und h zum Centriren eingerichtet, befindet, in welchem erst die eigentliche cylindrische metallene Pfanne r, s ist.

Die Achse m o ist aus Schmiedeisen und bei m angestählt und gehärtet. Die Projection D ist ein Durchschnitt des Bogens bei t,

Bl. 9. Fig. 47. um die Gestalt der Rippe t′, durch welche die Tragkraft des Bogens bedeutend erhöht wird, zu zeigen. In der Projection C hat man sich den Bogen in der Mitte bei g durchschnitten gedacht. — Um dem Bogen die möglichste Festigkeit zu geben, hat man selben bei v v′ v″ mit einer Ausschweifung versehen, so daß seine Basis eine größere Breite erhält, als gerade jene, die für die nöthige Tragfähigkeit des Bogens nöthig war; die horizontale Projection v′ dieser Ausschweifung ergibt sich aus den beiden zuerst festgestellten Projectionen v, v″, wie aus der descriptiven Geometrie bekannt und aus der Zeichnung leicht ersichtlich ist.

Zapfenlager der Königswelle in der Mühle zu Stains.

Fig. 48 A—F.

Fig. 48. Fig. 48 A Aufriß, B Durchschnitt nach der Linie 1, 1 in Fig. 48 A; C Grundriß, D Durchschnitt des Bogens nach der Linie 2, 2, E Schraube zum Erhöhen der Pfanne, einzeln dargestellt, und F Spurplatte, im Grundriß und Verticalschnitt einzeln dargestellt.

Dieses Lager ruht, wie die beiden vorhergehenden, auf einem Bogen C, C, der mit der Sohle durch seine Sohlplatte AA verbunden ist. B ist eine Verlängerung dieser Sohlplatte, die ein Zapfenlager K der liegenden Welle aufnimmt. D ist der cylindrische Kasten zur Aufnahme des Futters, E ist das gußeiserne Futter, welches ein zweites messingenes Futter F und die Spurplatte G von gehärtetem Stahl enthält.

Die Stellung des Futters wird in senkrechter Richtung durch die Schraube L regulirt, deren unteres Ende in den Theil H H des Lagers eingelassen ist, und die man mittelst der Schraubenmutter M auf- und niederbewegen kann. Eine Feder o an dem obern Theile der Schraube, welche in einem correspondirenden Einschnitte des Lagers befindlich ist, verhindert die Drehung der Schraube. Die Regulirung der Lager des Futters in horizontaler Richtung wird durch 4 Stellschrauben a, a, a, a bewirkt.

Spurlager der Königswelle in der Mühle zu St. Denis.

Fig. 49 A—C.

Fig. 39. Fig. 49 B ist der Grundriß des Spurlagers, A ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie 1, 1 in Fig. 49 B; C ist eine Projection von den Splinten S. Diese beiden Splinte ersetzen die Schraube L des vorigen Beispieles; man ersetzt sie zuweilen durch einen einzigen Splint, der unter der Mitte des Futters oder Kastens liegt.

A′ A′ ist die Sohlplatte des Lagers, dessen Verlängerung B′ dem Bl. 9. Fig. 49.
Zapfenlager O′ der liegenden Triebwelle zur Stellung dient.

P ist ein quadratischer gußeiserner Kasten, der mit A′ und B′ aus einem Stücke gegossen ist. r, r, r sind Verstärkungsrippen, welche dem Kasten P mehr Festigkeit geben. Das Futter von Rothguß Q ist von dem quadratischen gußeisernen Kasten R umschlossen, G′ ist die Spurplatte von gehärtetem Stahl. S S sind Keile, welche zur Stellung der Höhe des Futters Q dienen. a′, a′, a′, a′ sind Stellschrauben zum Centriren des Futters.

§. 84.

Obere Lager, Halslager.

Blatt 9.

Conisches Halslager mit Stopfbüchse.

Fig. 50 A—H.

Fig. 50 A ist Grundriß dieses Halslagers von oben gesehen, B ein Fig. 50.
senkrechter Durchschnitt nach der Linie 1, 1 der Fig. 50 A. Fig. 50 C und D sind ein senkrechter Durchschnitt und ein Aufriß der Sohlplatte und des Kastens für sich allein. E ist ein senkrechter Durchschnitt, und F ein Grundriß von oben der Stopfbüchse II und ihres Deckels F. G ist ein senkrechter Durchschnitt und II ein Grundriß von dem Halse E.

A A ist eine kreisrunde Sohlplatte von Gußeisen, deren Gewicht durch die Ausschnitte C, C, C, C verringert ist.

B B ist ein achteckiger Kasten, der mit der Sohlplatte aus einem Stücke gegossen und durch die Rippen b, b, b, b verstärkt worden ist.

E E ist eine gußeiserne Büchse, äußerlich achteckig, im Innern cylindrisch und auf $^2/_3$ ihrer Höhe mit Schraubengewinden versehen, um den messingenen Deckel F F einer Stopfbüchse H H, die ebenfalls aus Messing besteht und durch Federn und Nuthen mit dem Deckel verbunden ist, aufzunehmen. Der obere Theil des Deckels F F enthält eine Vertiefung oder ein Gefäß r, zur Aufnahme des Oels, wodurch der Zapfen in Schmiere erhalten wird. Am äußeren Umfange hat er die Form einer achteckigen Schraubenmutter, so daß er mit Hülfe eines Schraubenschlüssels bewegt werden kann. In dem Maße, als die Stopfbüchse H H durch Abnützung weiter wird, schraubt man sie herunter, um die Berührung des Zapfens mit seinem Halse zu erhalten, und wenn diese Büchse so sehr abgenutzt ist, so wechselt man sie aus, ohne daß man genöthigt wäre, dieser halber den Deckel F F auszutauschen. Stellschrauben f, f, f, f dienen zur Centrirung des Halses auf dem Zapfen;

Bl. 9. Fig. 50. diese Schrauben treten in die Vertiefungen g, g, g, g, welche zu dem Ende in der Büchse E E vorhanden sind. m m ist eine untere messingene Linse, welche die Reibung des Zapfens an dem Gußeisen verhindert. d, d sind runde Körner, welche die Oberfläche der Sohlplatte A A bedecken und ihre Verbindung mit dem Gerüst vermehren.

Cylindrisches Halslager aus der Mühle zu Stains.

Fig. 51 A—D.

Fig. 51. Fig. 51 A ist ein Grundriß dieses Halslagers, B ein senkrechter Durchschnitt nach 1, 1 des Grundrisses. C und D sind Details von einem der Messingtheile M.

Der Hals dieses Lagers ist cylindrisch; er ist seitwärts mittelst einer senkrechten Platte L, die auf Holz geschraubt ist, befestiget, G ist ein senkrechter Rand, der mit der Platte aus einem Stücke gegossen und mit ihr durch die Arme K K verbunden ist. M, M, M sind drei Messingtheile, welche die Pfannen bilden, und deren horizontale Lage man mittelst der Stellschrauben v, v, v regulirt. Diese Schrauben gehen durch die Arme H, H, H, welche ihnen als Muttern dienen. —

Halslager der Mühlstein-Achse einer verbesserten französischen Kunstmühle.

Fig. 52 A — C.

Fig. 52. Es ist bekannt, daß bei den bisher im Großen ausgeführten Mahlmühlen zum Zermalmen des Getreides zwei Steine in horizontaler Lage angewendet werden, von denen der eine, der untere (Bodenstein), festliegt, während der andere (der Läufer) sich in einer bestimmten Entfernung vom ersteren concentrisch mit diesem bewegt, wodurch die zwischen beide Steine kommenden Getreidekörner zerrieben werden. Da nun der Läufer eine horizontale Lage hat, so muß dessen Achse, bei unsern deutschen Mühlen gewöhnlich Mühleisen genannt, eine verticale Lage haben; da ferner die Arbeit des Mahlens selbst, so wie die Abnützung beider Steine nothwendig macht diese einander mehr zu nähern oder zu entfernen, so müssen auch sowohl das untere als obere Lager mit Rücksicht hierauf construirt seyn; es ist ferner nöthig, da der obere Stein sich mit großer Geschwindigkeit bewegt, seiner Achse eine Direction, ihm so nahe als möglich, zu geben. Zu diesem Behufe hat der Bodenstein ein Loch, welches bei den gewöhnlichen deutschen Mühlen mit einer hölzernen Büchse ausgefüllt ist, in welcher dann die Achse (das Mühleisen) geht, und so der Läufer in einer bestimmten Lage erhalten wird. Diese Construction ist wohl die

einfachste und am wenigsten kostspielige, allein sie gewährt nicht nur die Bl. 9. Fig. 52.
kürzeste Dauer, sondern ist dabei obendrein noch mit Gefahr verbunden, indem besonders beim Leergehen der Mühle sich der Läufer beinahe mit doppelter Geschwindigkeit bewegt, wodurch so große Wärme durch die Reibung der Achse in der Büchse erzeugt wird, daß diese schon öfters die Ursache eines ein ganzes Werk zerstörenden Brandes geworden ist. — Bei der Verbesserung der Mühlen, welche zunächst von Amerika und England ausgegangen ist, hat man sich bestrebt diesem Uebelstande durch verschiedene Constructionen abzuhelfen, wovon eine die folgende ist:

Fig. 52 B ist ein Verticalschnitt, A ein Grundriß und C ein solcher der Bodenplatte. Das klein Schraffirte bedeutet den Bodenstein, welchen man sich vertical in der Mitte durchschnitten gedacht hat; r s ist das Loch im Bodenstein, durch welches die den Läufer tragende Achse geht; a′ b′ c′ d′ ist ein gußeisernes Futter oder Gehäuse, welches in den Bodenstein eingelassen, auf einer gleichfalls gußeisernen Platte i k, in C horizontal projicirt aufliegt und ringsum in q′ w′ t′ x′ mit hölzernen Keilen in den Bodenstein vollkommen fest eingekeilt ist.

o′ e′, f′ i′, g′ m′ und n′ k′ sind metallene Lagerstücke (Anwellen), welche in die Schlitze des Gehäuses genau einpassen, in diesen beweglich sind und durch 4 Stellschrauben einander mehr genähert, oder von einander und vom Mittelpunkte mehr entfernt werden können, so daß diese 4 Lagerstücke einen vollkommenen Hals bilden, in welchem die Achse läuft, welche auch vollkommen mittelst dieser Schrauben und Lagerstücke centrirt werden kann.

Dritte Abtheilung.

Holzverbindungen.

Blatt 10 und 11.

§. 85.

Einleitung.

Wie es einzelne Maschinentheile gibt, welche in Rücksicht ihrer kleinen Dimensionen, bei größerer Festigkeit und möglichster Verminderung der Reibung die längste Dauer gewährend, mit Nutzen nur aus Metall gemacht werden können, wie dieses bei den meisten Zapfen und deren Lagern, die wir bereits kennen gelernt haben, der Fall ist, so gibt es hingegen wieder andere Maschinentheile, welche theils ganz aus Holz, öfter aber noch aus Metall und Holz ausgeführt, wenn auch nicht alle Vortheile der metallenen, häufig jedoch die der momentanen Wohlfeilheit vor diesen gewähren, und daher auch besonders da vorgezogen werden, wo das Holz noch verhältnißmäßig viel wohlfeiler als das Eisen ist. — Dieses bezieht sich nebst dem auch auf einige noch zu beschreibende Elemente, als Kamm- und Wasserräder, und besonders auf deren Gestelle oder Gerüste, so wie auf Unterbauten, Fundamente oder Röste, welche die einzelnen Maschinentheile tragen und in fester unverrückbarer Stellung erhalten werden müssen. Da nun diese Stücke wieder aus mehrern Holz- und Eisentheilen bestehen, welche so ausgewählt und zusammengefügt seyn müssen, daß sie die größtmögliche Widerstandsfähigkeit und längste Dauer gewähren, so ist es nothwendig, die im Laufe der Zeit bekannt gewordenen Arten der Zusammenfügung und Verbindung dieser Stücke unter sich kennen zu lernen, um in den verschiedenen vorkommenden Fällen geeigneten Gebrauch hievon machen zu können. — Die Zimmermannskunst, welche sich mit der Kenntniß der nöthigen Geräthe und Werkzeuge, der Rüstungen, der Vorbereitung des Holzes, dann dessen Abbinden und Aufrichten befaßt, enthält in einer ihrer Abtheilungen: „die Lehre vom Holzverbande betitelt" diese Methoden, zwar größtentheils nur mit Rücksicht auf den Hausbau. Da jedoch der größte Theil derselben sich geradezu, oder nur mit einigen wenigen Modificationen auch für den Maschinenbau gebrauchen läßt, so führen wir das Nothwendigste in so weit an, als wir es nach unsern eigenen praktischen Erfahrungen für nöthig erachten.

§. 86.

In der Lehre von den Holzverbindungen unterscheidet man zunächst den gewöhnlichen Verband, welcher die verschiedenen Arten der Zusammensetzung einzelner Holzstücke unter sich, ohne alle, oder nur mit theilweiser Benützung anderer Materialien, als Holz — und den künstlichen Verband, wobei man sich anderer Hülfsmittel, besonders eiserner, als Schrauben, Bruchen, Bänder ꝛc. bedient, umfaßt. Beide Verbände können gerad- oder krummlinig in einer oder in mehrern Ebenen, horizontal, vertical und schief, oder auch gemischt aus allen diesen seyn; man macht hiebei gewöhnlich 3 Classen, von denen die erste die Verlängerungen oder jene Verbindungen umfaßt, wo Hirnholz an Hirnholz unmittelbar anstößt, so daß durch die Zusammenfügung von zwei oder auch mehreren Verbandstücken in Rücksicht auf Länge gleichsam nur ein einziges Stück entsteht: in die zweite Classe rechnet man die Verstärkungen oder Erweiterungen, wo Längenholz (Aderseite) mit Längenholz rechtwinkelig oder schief überkreuzend verbunden wird, und die dritte bilden die Verwebungen oder vermischten Verbindungen, wobei Hirn- an Längenholz, oder auch Längen- an Längenholz, senkrecht oder schief verbunden, zu liegen kömmt.

§. 87.

Wenn schon im allgemeinen zu den Holzverbindungen wo möglich ein ausgetrocknetes Holz verwendet werden soll, so ist dieses im Maschinenbau, besonders bei den Gerüsten und Gestellen unerläßliche Bedingung, indem unausgetrocknetes Holz schwindet und aufreißt, wodurch die mit in Verbindung stehenden andern Maschinentheile aus den ihnen ursprünglich angehörigen Stellen gebracht werden, das Ganze dadurch in Unordnung geräth und die Leistung einer Maschine nicht nur verringert, sondern deren gänzliche Zerstörung frühzeitig herbeigeführt wird. Ganzes Holz soll, wo es mit Rücksicht auf seine Breite und Dicke möglich ist, immer vermieden werden, dagegen soll man sich nur des gespaltenen oder geschnittenen Holzes bedienen, oder, wo dieses nicht seyn kann, doch wo möglich den Kern des Holzes ausbohren, indem hiedurch das Aufreißen desselben, wenn auch nicht ganz, doch großentheils beseitiget wird. — Besonders sehe man auf gerade gewachsenes, geschlachtes, von Aesten möglichst freies Holz *) und ordne die Verbindung immer wo möglich so an, daß Hirnholz gegen Hirnholz strebt, indem das Holz in der Länge seiner Fasern unbedeutend, hingegen quer über die Fasern, ja selbst das trockenste,

* Es gibt jedoch einzelne Fälle, wo krumm gewachsenes Holz dem geraden vorgezogen wird, wie wir später bei den Wasserrädern sehen werden

dessen Oberfläche verletzt wird, wieder schwindet. — Sonst ist es eine allgemeine Regel, bei allen Holzconstructionen das Holz möglichst stark in seinen einzelnen Theilen zu lassen; im Maschinenbau können wir jedoch diese Regel nicht als allgemein geltend annehmen, sondern stellen dafür diese auf, die Dimensionen des Holzes mit Rücksicht auf seine Festigkeit so zu bestimmen, wie es der jedesmalige Zweck erheischt, was durch die genaue Kenntniß der Stärke der verschiedenen Holzgattungen, verbunden mit praktischen Erfahrungen, geschehen kann. — Wir wollen nun jetzt zur Kenntniß der einzelnen Verbindungen übergehen und bemerken hiebei, daß, wie früher, die verticale Projection mit **A**, die horizontale mit **B**, oder die erste verticale mit **A**, die zweite verticale mit **B** u. s. f. bezeichnet wird; auch ist diesen Blättern über Holzverbindungen kein Maßstab beigefügt, indem sich die Maße einzelner Verbandconstructionen nach der Stärke des Holzes richten, dessen Höhe mit **OP**, dessen Breite oder Dicke aber mit **QR** bezeichnet und als 1 angenommen ist. Die eingeschriebenen Maße beziehen sich dann auf die Höhe **OP**, oder die Dicke **QR**, je nachdem selbe in einer der Projectionen stehen.

§. 88.

Erste Classe.

Blatt 10.

Verlängerung in horizontaler Lage, und zwar in gerader Richtung.

Die hiebei gebräuchlichen Verbindungen heißen:

a) Anstöße,
b) Verblattungen,
c) Einscheerungen,
d) Schwalbenschwanzblätter,
e) Verhackungen und
f) eingesetzte Blätter.

Anstoß.

Blatt 10. Fig. 1.

Fig. 1. Man unterscheidet hiebei den stumpfen Anstoß **I**, den schrägen **II**, den mit einfachem **III** und den mit doppeltem Grade **IV**. — Die ganze Anordnung dieser vier Constructionen, von denen noch keine für sich allein eine Verbindung bildet, besteht darin, daß die beiden Hölzer über Hirn bei c d, c′ c′ genau zusammengeschnitten sind, und zwar in **I** rechtwinklig, in **II** einfach schräg, in **III** doppelt schräg, in **IV** dreifach schräg, wodurch in **III** bei a der einfache, in **IV** bei a′ a² der doppelte Grad entsteht. Bei allen vieren ist vorausgesetzt, daß die beiden

Hölzer sowohl unter dem Stoße als an ihrem Ende auf einem unausweichbaren Widerlager, einem andern Holz oder einer Mauer aufliegen, wobei kein Bestreben, die Hölzer auseinander zu ziehen, vorhanden ist. Durch den Gebrauch eiserner Verbandstücke kann jedoch auch letzterem vorgebeugt und ein jedoch im Maschinenbau selten mit Nutzen anzuwendender Verband erzielt werden. Diese eisernen Verbandstücke sind in I eine auf der obern Seite bündig eingelassene, fest eingetriebene Klammer a b, a' b', wo das Bestreben des Auseinanderziehens des Holzes gering ist; besser als diese Klammer ist eine durch Schrauben gehaltene Bruche e f, e' f' in IV, am besten aber zwei von der Seite eingelassene, mittelst Schrauben befestigte Bruchen g' h', i' k' in II. B. 10. Fig. 1.

Verblattungen.

Fig. 2.

Einfache Blätter.

I das gerade Blatt, wobei C das Ober-, D das Unterblatt heißt; II ist das schräg eingeschnittene Blatt, und da zu gebrauchen, wo ein Bestreben vorhanden ist die Hölzer aufzuheben; III das gerade Blatt mit Gradversatzung a b a' b' zum Schutze gegen Seitendruck; IV das schräge Blatt; V das schräg geschnittene Blatt und VI das gerade schräg geschnittene Blatt mit zwei Zapfen e f und e' f', letztere zur Verwahrung gegen Seitenbewegungen. Keine dieser Verbindungen, mit Ausnahme des schrägen Blattes IV, beugt dem Auseinanderziehen beider Hölzer vor; dieses zu erreichen, verbohrt man beide Blätter und treibt Nägel von gut ausgetrocknetem hartem, gewöhnlich eichenem Holze, wie I s t, s' t' fest ein, welche auf der obern Seite meistens noch verkeilt werden. Solider jedoch wird die Verbindung durch Anwendung von Schrauben v w, v' w', V, deren Köpfe an der untern Seite bündig eingelassen werden, erzweckt. Sowohl bei diesen, als allen folgenden Verbindungen dürfen, wo Nägel oder Schrauben angewendet werden, deren Löcher nie auf dem Spann des Holzes stehen, sondern müssen versetzt werden, indem sonst das Holz schon beim Bohren oder doch später leichter aufreißen würde. Fig. 2.

Einscheerungen.

Fig. 3.

Die Einscheerungen bilden gewissermaßen schon Verzapfungen, wobei man in I, als der einfachen Einscheerung, das Loch C C', hier auch Scheere oder Schlitz genannt, und den Zapfen D D' unterscheidet; den Zapfen Fig. 3.

Bl. 10. Fig. 3. nennt man auch das **Männchen**, oder den **Vater**, die **Scheere** aber das **Weibchen** oder die **Mutter**. Die schräg angesetzte Einscheerung II wird gebraucht, wo Seitendruck vorhanden, III mit schräger Brüstung, dann IV mit geächselten Zapfen, und V mit Abschrägung werden da angewendet, wo die Verbindung nicht gehörig unterstützt ist und dabei also ihr eigenes, oder auch noch ein anderes, jedoch geringes Gewicht tragen muß. Man nennt einen Zapfen **geächselt**, wenn selber nicht die ganze Holzbreite oder Dicke hat, wie in IV, wo c b die ganze Zapfenbreite und nur $^2/_3$ der ganzen Höhe OP des Holzes hat.

Schwalbenschwanzblätter.

Fig. 4.

Fig. 4. I das **einfache** Schwalbenschwanzblatt, II das **mit Brüstung** bei c c′ c″, durch welche eine größere Tragfähigkeit erzielt wird. — Der Deutlichkeit halber hat man sich das Oberblatt A″ B″ aus dem Unterblatte A B herausgenommen gedacht.

Verhackungen.

Fig. 5 und 6.

Doppelte Blätter.

Fig. 5.

Fig. 5. I der **gerade Hackenkamm**, II derselbe **mit Gradversatzung**, III **schräg mit Keil**, IV **schräg mit Keil und Zapfen** und V der **verborgene Hackenkamm**. Diese Constructionen bilden alle für sich schon Verbindungen, durch deren jede das Auseinanderziehen der Hölzer verhindert wird, ohne daß sie vernagelt oder mit Schrauben verbolzt werden, welch letzteres jedoch stets seyn muß, wenn die verbundenen Hölzer freitragend gebraucht würden. II und IV werden gebraucht, wo die verbundenen Hölzer einem Drucke seitwärts ausgesetzt sind. Die Verbände III und IV, welche mittelst zwei gegen einander fest angetriebener Keile a, a′ b′ aus vollkommen ausgetrocknetem harten Holze oder Eisen eine bedeutende Spannung erhalten, sind besonders zu empfehlen.

Der verborgene Hackenkamm V ist an Festigkeit den so eben erwähnten Verbindungen weit untergeordnet, indem durch ihn das Holz mehr verschwächt wird.

Schräge Hackenkämme.

Fig. 6.

Fig. 6. I Das **französische Blatt mit einem Hacken**; dasselbe wird gezeichnet:

Man trägt O P $2\frac{1}{2}$mal auf eine der Kanten O oder P, zieht Senkrechte und trägt $\frac{3}{6}$ von O P von der obern Kante nach a, und ebenso nach b auf; man beschreibt nun mit a b Kreisbögen und verbindet deren Durchschnitte c d durch eine Gerade, auf welche man von der Mitte $\frac{1}{6}$ von O P aufträgt und so den Hacken erhält. Gegen Seitenbewegung schützend ist der schräge Hackenkamm II mit verdecktem Grade, besser noch der III mit Keil und durch Schrauben verbolzt. Wo das Bestreben, die Hölzer auseinander zu ziehen, groß ist, bedient man sich des doppelten Hackenkammes IV, auch Verzahnung genannt. Die Zeichnung hiezu wird auf folgende Weise erhalten: Man nimmt die Höhe O P des Holzes 4mal und trägt selbe auf der untern Kante von b nach e, halbirt b e und zieht vom Halbirungspunkte c einen Perpendikel c d von unbestimmter Länge; von e fällt man einen Perpendikel e a auf die untere Kante, verbindet a mit b durch eine Gerade und theilt diese in 5 gleiche Theile; 9 dieser Theile trägt man auf den aus c errichteten Perpendikel von c auf, wodurch man den Punkt d als denjenigen erhält, von welchem aus die Geraden d a, d b, d g und d f gezogen werden. Man theilt, um die Punkte g und f zu erhalten, a b in drei gleiche Theile, trägt $\frac{1}{5}$ O P von f nach abwärts und von g nach aufwärts auf und vereinigt die Punkte gehörig mit einander. Bl. 10. Fig. 6.

Stumpfer Stoß.

Fig. 7.

Fig. 7 haben wir noch eine Verbindung angeführt, welche durch stumpfen Anstoß, jedoch mit Beifügung gußeiserner Platten und 4 Schrauben, eine Festigkeit gewährt, wie keine der bis daher angeführten; an den Platten sind bei a b und c d vorspringende Ränder angegossen, welche nebst den 4 Schrauben das Auseinanderziehen beider Hölzer verhindern. Fig. 7.

Eingesetzte Blätter.

Fig. 8.

Der eingesetzten Blätter bedient man sich selten und nur da, wo allenfalls das Holz nicht die gehörige Länge hat, um eine der Verblattungen oder Verhackungen anwenden zu können. II, III und IV müssen durch Nägel oder Bolzen gegen das Auseinanderziehen verwahrt werden; I, V und VI, welche letztere unter den eingesetzten Blättern wegen der Keile a b die beste Verbindung gewährt, verhindern dieses ohnehin schon, allein man vernagelt oder verbolzt sie meistens dennoch. Die Blätter werden aus ausgetrocknetem harten Holze gemacht. Fig. 8.

Bl. 10. § 89.

Zweite Classe.

Blatt 10 und 11.

Erweiterungen in rechtwinkeliger und schiefer Lage.

Die hiebei gebräuchlichen Verbindungen heißen:

a) Ueberblattungen,
b) Winkelblätter,
c) Ueberschneidungen,
d) Verzapfungen,
e) Schräge Verbindungen.

Ueberblattungen.

Fig. 9.

Fig. 9. Einfache Ueberblattung I kann nur da gebraucht werden, wo kein Herausziehen des Oberblattes C stattfindet, hingegen finden der ganze Schwalbenschwanz II, der halbe oder Weißschwanz III, die Ueberblattung mit Hacken IV, sowie der Schwalben- und Weißschwanz V und VI mit Brüstung überall da Anwendung, wo ein Bestreben, die Hölzer auseinander zu schieben, vorhanden ist. Die beiden letzten V und VI mit Brüstung haben deßhalb auch mehr Tragfähigkeit, auch sind die Stirnen der Schwalbenschwänze, da diese nicht durch die ganze Holzbreite gehen, verdeckt. Alle diese Ueberblattungen werden gewöhnlich nur in horizontaler Lage, besonders bei Schwellen und Röſten gebraucht, wobei die Oberblätter, um deren Aufheben zu verhindern, mit den Unterblättern mittelst hölzerner Nägel, wozu man am besten Eichenholz nimmt, gut vernagelt werden. Bei diesen, so wie den folgenden Winkelblättern hat man sich das Oberblatt C aus dem Unterblatte herausgenommen und seitwärts in C' immer eigens dargestellt gedacht. Diesem entsprechend sind auch die ersten verticalen Projectionen A gezeichnet.

Winkelblätter.

Fig. 10.

Fig. 10. Die Winkelblätter werden an den Ecken, jedoch gleich den vorigen, in horizontaler Lage gebraucht. Man hat mehrere Constructionen, von denen wir hier nur die 3 einfachsten, dabei aber am öftesten gebrauchten ausführen, und zwar in I das schiefwinkelige, wobei wir in A und C die Punkte, wie sie aufeinander treffen, mit gleichen Buchstaben bezeichnet haben; besser noch als dieses ist das mit dem Hackenkamm II und das mit der kleinen Bank c' d', III.

Bl. 10.

Ueberschneidungen.

Fig. 11.

Die Ueberschneidungen sind schon Verbindungen, deren man sich beim Maschinenbau häufiger als jeder der bisher beschriebenen bedient, und bilden eigentlich nur einfache Ueberblattungen, wie in Fig. 9. I, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Ueberschneidungen beide Hölzer noch über den Verband hinausreichen. Fig. 11.

I ist die gewöhnliche Ueberschneidung, II die mit Versatzung, III und IV mit schrägen Versatzungen, welche sämmtlich bei hölzernen Kamm- und Wasserrädern vielfache Anwendung finden. Die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Theile sind immer die nämlichen.

Verzapfungen.

Blatt 11. Fig. 12—20.

Unter allen Holzverbindungen sind die Verzapfungen die im Maschinenbau am häufigsten gebrauchten, indem sich dieselben für rechtwinkeligen und schiefen Verband, bei gleicher und ungleicher Holzdicke in horizontaler, senkrechter und schiefer Lage gebrauchen lassen, und bei ihrer Einfachheit, an gehöriger Stelle angewendet, die längste Dauer gewähren. — Man unterscheidet einfache und doppelte, ganze und geächselte Verzapfungen, und unter diesen solche ohne und mit Versatzung, und endlich noch Brustverzapfungen. Jede Verzapfung besteht aus zwei Theilen, von welchen der eine, der den Zapfen erhält, das Männchen (Mandl), der andere aber, welcher das Loch bekommt, das Weibchen (Weibl) genannt wird. Bl. 11.

In Fig. 12. ist die einfache Verzapfung, gewöhnlich einfacher Zapfen glattweg genannt, dargestellt, wobei man sich das Männchen C mit seinen Zapfen l m p q aus dem Loche g′ h′ l′ m′ des Weibchens B herausgezogen gedacht hat. In D sind beide durchschnitten, jedoch zusammengesteckt gedacht; O e, f s werden die Brüstung und die das Loch begränzenden Seitentheile g′ i′, k′ h′ und l′ m′, o′ n′ Holzwangen, oder Wangen geradezu genannt. Das Loch soll immer etwas tiefer gemacht werden, als der Zapfen lang ist, damit beim Schwinden des Holzes das Männchen mit seinen beiden Brüstungen O e, f s auf den Wangen des Weibchens fest aufsitzt. Die Zapfen werden gewöhnlich einmal, bei breitem Holz auch zweimal verbohrt, und mit hölzernen Nägeln aus gutem ausgetrockneten eichenen Holze vernagelt; im Maschinenbau genügt dieses jedoch selten, sondern man bedient sich da eiserner Bänder und Schrauben. Fig. 12.

Bl. 11. Wenn eine Verzapfung abwechslungsweise der Nässe ausgesetzt ist, wodurch das Eindringen von Wasser in das Zapfenloch dieses, so wie der Zapfen frühzeitig der Fäulniß unterworfen ist, so kann man, wie in II, die Brüstungen des Zapfens h g, e f nicht mehr rechtwinkelig, sondern schräg ansteigend machen, wo dann auch die Wangen des zugehörigen Loches zu beiden Seiten entsprechend schräg gearbeitet werden; außerdem kann man noch in das Loch seitwärts, wie bei o, ein Bohrloch anbringen, durch welches das in das Zapfenloch eingedrungene Wasser ablaufen kann. Sind die zu verbindenden Hölzer von beträchtlicher Stärke, oder will man eine kräftigere Verbindung erhalten, so gebraucht man den doppelten Fig. 13. Zapfen Fig. 13. Derselbe kostet mehr Arbeit, wobei besonders darauf zu sehen ist, daß die drei Brüstungen e f g sich in einer Ebene befinden, damit selbe gut auf den 3 Wangen g′ f′ e′ des Weibchens aufliegen. — Da wo Verzapfungen beträchtlicher Belastung ausgesetzt sind, so wie besonders großen in Bewegung befindlichen Massen vollkommene Widerstandsfähigkeit zu gewähren haben, wie dieses bei den meisten Maschinen der Fall ist, gebraucht man mit Nutzen die Versatzungen. Dieselben werden auf verschiedene Weise ausgeführt, und bestehen hauptsächlich darin, daß man das Männchen in seiner ganzen Dicke in das Weibchen ein- Fig. 14 senkt, versetzt. In Fig. 14 von I—IV sind die gewöhnlichen Versatzungen dargestellt, und es ist I der einfache Zapfen mit gerader, ganzer Versatzung, wobei das Männchen, wie ersichtlich, in gleicher Tiefe k c, h f, in das Weibchen versetzt ist; II ist ein Zapfen mit einfach schräger und III ein solcher mit doppelt schräger Versatzung; IV ist eine Versatzung, wo das Holz nicht wie bei den aufgezählten der Länge, sondern der Quere nach ausgestemmt ist, was man abzwerchen nennt. Wenn man einem Zapfen von seiner Breite etwas nimmt, so nennt man denselben, wie bereits schon angeführt, einen geächselten Zapfen. Die geächselten Zapfen Fig. 15. Fig. 15 I werden nur dann und gewöhnlich an den Ecken eines Verbandes gebraucht, wenn beim Weibchen über das Zapfenloch kein Holz mehr vorstehen kann oder darf. Wo ein Seitendruck stattfindet, gebraucht man wie in II die einfach schräge Versatzung.

Die Versatzungen werden wie in senkrechter auch in horizontaler Lage gebraucht, besonders bei den in ein Gebälke eingelegten Wechseln, an welche hängende Lager angeschraubt werden, oder welche sonst auf andere Fig. 16. Weise beträchtlich belastet sind. In Fig. 16 sind 3 Arten solcher Verbindungen dargestellt, wobei in I bei c d gleichsam nur eine halbe Versatzung stattfindet, durch welche jedoch das Stück A bedeutend an Tragfähigkeit gewinnt; II ist eine schräge Versatzung, wie wir sie in Fig. 14 IV bereits kennen gelernt haben, und III ist eine keil- oder schwalben-

schwanzförmige Versatzung. Die Zapfen nennt man hiebei Brustzapfen. Bl. 11.
— Bis daher haben wir die miteinander zu verzapfenden Hölzer als gleich dick betrachtet, was jedoch häufig nicht der Fall ist, sondern es wird oft ein schwaches in ein starkes, oder umgekehrt, ein starkes in ein schwaches Holz eingezapft. — Wo ein schwächeres Holz in ein stärkeres eingezapft werden muß, können beide Hölzer entweder auf der einen oder anderen Seite bündig seyn, oder es steht das Weibchen auf der einen Seite weniger als auf der andern vor, oder was eigentlich am besten ist, wenn es sonst der Zweck nicht anders bedingt, man setzt Loch und Zapfen auf die Mitte der Hölzer, wie in Fig. 17 I und II dargestellt ist. I ist Fig. 17.
ein einfacher Zapfen mit schräger Versatzung, welcher hier nicht mehr verbohrt, sondern durch eine Schraube a b, deren Mutter in das Männchen bei b eingelassen, fest mit dem andern Theile verbunden ist. Diese Art Verbindung gewährt die größte Festigkeit und ist der Anwendung eiserner Bruchen und Bänder um so mehr vorzuziehen, als die Schraube a b beim Schwinden und Loswerden der Verbindung immer wieder fest angezogen werden kann. Verfasser hat diese Verbindung im Maschinenbaue vielfältig angewendet und kann sie nicht genug empfehlen. Dieser untergeordnet ist die in II, wo der Zapfen die Form eines Weißschwanzes erhält und das Loch bei c′ d′ um o p länger gemacht und ein Keil c d fest eingetrieben wird, um das Zurückgehen des Zapfens zu verhindern.

Ist das Männchen dicker als das Weibchen, wie in III, so gibt man ersterem ein Blatt oder Lippe a b, oder auch wie in V zwei solche Lippen a b, c d, welche, wenn anders das Weibchen nicht zu sehr verschwächt wird, bei a und b IV noch eine kleine Versatzung bekommen. —
In Fig. 18 haben wir noch einen sehenden und einen blinden oder ver- Fig. 18.
deckten Keilzapfen dargestellt, deren man sich besonders zum Aufzapfen der Grundschwellen bei Röſten und bei Wasserbauten bedient. I ist die gewöhnliche Art dieser Zapfen, der sehende Keilzapfen, dessen Loch aber bei c d etwas länger als die Zapfenbreite gehalten ist; durch das Eintreiben von einem oder zwei Keilen e f erhält der Zapfen die Form eines Schwalbenschwanzes, wodurch sich die Schwelle oder Holm A nicht mehr abheben kann.

II ist der verborgene Keilzapfen, dessen Loch a b nicht ganz durch die Schwelle, jedoch auf dem Grunde bei a und b etwas länger als die Zapfenbreite gemacht wird; die Keile e, f werden, bevor man die Schwelle A auf die Zapfen legt, gerade so viel, daß sie stecken bleiben, in die Zapfen eingeschlagen (man gibt den Zapfen einen Keil ins Maul), dann die Schwelle aufgesetzt und durch allmähliches Schlagen niedergetrieben, bis sie auf der Brust des Zapfens aufsteht, wobei die Keile

Bl. 11. den Zapfen a b auseinander treiben und so auch das Abheben der Schwelle verhindern.

Zu Eckverbänden, besonders wo wenig oder gar kein Druck nach außen stattfindet, gebraucht man die Einscheerung oder den Schlitz-
Fig. 19. zapfen Fig. 19, der dann bloß ein oder zwei Mal verbohrt und vernagelt
Fig. 20. wird. Eine solidere Verbindung gibt Fig. 20, wo die Schlitzzapfen schwalbenschwanzförmig gemacht werden und, im kleinen Verhältnisse verleimt, in größerem aber mittelst Anwendung eiserner Schrauben gute Verbindungen geben. Diese Verbindung nennt man das Einzinken oder Zinken glatt weg und wird im Kleinen, besonders bei Tischlerarbeiten, vielfältig angewendet.

Schräge Verbindungen.

Fig. 21—24.

Die schrägen Verbindungen bestehen theils in Verzapfungen mit oder ohne Versatzung, theils in Verblattungen, oder auch in bloßen Versatzungen. Bei allen ist Regel, die Verbandstücke nicht nach spitzen Winkeln, sondern wo möglich nach rechten oder stumpfen zu formen und Hirnholz an Hirnholz anstehen zu lassen, indem sonst beim Schwinden des Holzes der Verband nicht mehr schließt, bei kleinen Winkeln aber das
Fig. 21. Holz leicht aufreißt oder gar aussplittert. — Fig. 21 I — IV sind schräge Verbände, wie sie bei Dachstühlen ꝛc. angewendet werden. I ist der schräge, gestirnte Zapfen ohne, II mit Versatzung; a b heißt die Stirne des Zapfens, womit sich selber rechtwinklig an die Lochstirne ansetzt. Bei geringem Drucke genügt der bloße Zapfen I; bei großem aber gibt man demselben jedenfalls wie in II eine Versatzung. Wo der Winkel p o q, III und IV sehr klein ist und kein Seitendruck stattfindet, gebraucht man wie in III eine einfache, oder bei noch kleinerem Winkel wie in IV eine doppelte Versatzung. Durch Anwendung eiserner Bruchen und Bänder, besser noch durch Schrauben erhält solch eine Verbindung die nöthige Festigkeit und Dauer, selbst wenn Seitendruck vorhanden ist.

Zu den schrägen Verbindungen gehören auch noch die Winkelbänder,
Fig. 22 und 23. Fig. 22 und 23 V—X, auch Bügen, Streben oder Bänder genannt. Man unterscheidet hiebei gewöhnlich Kopf- und Achselbänder und Fußbänder; Kopfbänder und Achselbänder heißt man sie am obern, Fußbänder aber, wenn sie am untern Theile eines Pfostens, einer Säule ꝛc. ausgehen und diesen mit einem andern Holze, einer Schwelle, Durchzug u. s. w. verbinden. V ist ein eingeblattetes Winkelblatt, VI ein eingezapftes, welches auch mit Versatzung versehen werden kann, und VII ist ein eingeblattetes Winkelblatt, durch die ganze Holzdicke gehend. Der

Neigungswinkel der Winkelbänder zu den unter rechtem Winkel verbun- Bl. 11.
denen Hölzern beträgt zwischen 45⁰—60⁰.

Nicht viel Platz einnehmend und von schöner Form sind die **krummen Winkelbänder** VIII, IX und X. Dieselben sind aus massivem, gewöhnlich hartem Holze, etwas dünner als die Verbandstücke geschnitten, und erhalten, wenn sie nicht weit ausgreifen, wie in VIII bei a und b einfache, bei größerer Länge aber, wie in IX bei c, d, doppelte Versatzungen, oder man gebraucht auch, wie in X, gerade und krumme Winkelbänder gleichzeitig.

Zu den schrägen Verbindungen, welche im Maschinenbau übrigens selten angewendet werden, gehören auch noch die **Auf- oder Ueberklauungen.** Fig. 24 XI ist die einfache Klaue mit Versatzung, XII sind die Fig. 24.
doppelten Klauen. Bei letzteren müssen die Hölzer a und b Ringe oder Schrauben erhalten, indem sie sonst aufreißen und gänzlich splittern.

§. 90.

Dritte Classe.

Blatt 11.

Erweiterungen in der Breite und Ueberkämmungen.

Fig. 25 u. 26.

Erweiterungen in der Breite beziehen wir nicht auf die Verbin- Fig. 25.
dung starker Hölzer, indem diese nur beim Wasser- und Häuserbau vorkommen, sondern auf die Verbindung von **Brettern** (**Dielen**) und **Läden** (**Bollen**) unter sich. Bevor wir jedoch hiemit beginnen, wollen wir das Nöthige über die Stärke der Hölzer und der hier gebräuchlichen Benennungen anführen. Unter Bretter versteht man im allgemeinen alle aus Bäumen geschnittenen Werkhölzer, deren Breite wenigstens gleich der 3fachen Dicke derselben ist. Die Länge (Schnitt-Länge) ist sehr verschieden; sie richtet sich theils nach der Holzgattung und ist bei hartem Holze kleiner als bei weichem. Hier, in und um München, beträgt die ganze Schnittlänge bei weichem Holze (Fichten-, Föhren- und Tannenholz) 22 bayerische Fuß; für hartes Holz (Eichen, Buchen, Eschen, Ahorn ꝛc.) ist keine Schnittlänge festgesetzt, sondern dieselbe ergibt sich aus der Länge des Holzes. Die Breite der Bretter ist gleichfalls sehr verschieden, jedoch bei weichem geringer — nicht wohl unter 8—9″, — als bei hartem, wo sie bis zu 1½ bis 2′ seyn kann. — Hinsichtlich der Dicke unterscheidet man Tafelbretter als die schwächsten zu ½″ dick, gemeine Bretter zu 1″, Falzbretter zu 1½″ und Riemling zu 2″ Dicke.

Bl. 11. Bretter, deren Dicke über 2 Zoll beträgt, werden Läden genannt, wovon man 3zöllige und 4zöllige in weichem und hartem Holze, 5= und 6zöllige aber gewöhnlich nur in letzterm hat, wobei jedoch 6zöllige selten und nur bei Grund= und Wasserbauten gebraucht werden. Außer den Brettern hat man noch Latten und Riegel, erstere nur in weichem, letztere in hartem und weichem Holze. Die schwächsten Latten werden aus gemeinen Brettern zu 1″ Dicke und $1^3/_4$″ bis 2″ Breite geschnitten und heißen Weinlatten; zu $1^1/_2$″ Dicke und 2″ Breite aus Falzbrettern geschnitten, Dachlatten, und zu 2″ Dicke und 3″—4″ Breite aus Riemlingen geschnitten, Rammlatten.

Alle Werkstücke von 3″ im Quadrat=Querschnitte angefangen bis zu 6″ im Quadrat heißen Riegel, und alle diese Dimension übersteigenden Hölzer, deren man für die verschiedenen Zwecke auch von verschiedener Stärke hat.

Wenn Bretter oder Läden zur Bildung von Wänden, Sammelkästen, Wassergerinnen 2c. verwendet werden, so genügt in der Breite selten ein Brett, sondern es müssen deren mehrere so verbunden werden, daß sie gleichsam nur ein einziges bilden. Die Verbindungsarten sind nach den

Fig. 25. verschiedenen Zwecken auch verschieden. In Fig. 25 I — IX sind die am meisten gebrauchten aufgeführt. Bei gewöhnlichen Wänden werden die Bretter nur stumpf zusammengestoßen, gefügt wie in I bei a b, und auf die Fugen a b, theils um selbe zu verdecken, theils um, wenn selbe schwinden, nicht durchsehen zu können, dünne Latten c (Weinlatten) aufgenagelt.

Zu Sammelkästen für Getreide, Mehl und andere trockene Substanzen werden die Bretter gleichfalls nur stumpf zusammengefügt, die Fugen aber verleimt. Die Seitentheile werden dann an den Ecken, wie in Fig. 20 B verzapft, eingezinkt und gleichfalls verleimt.

Für Verschläge bei Wasserrädern, wo das allenfalls weggespritzte Wasser nicht durch die Fugen dringen soll, stößt man die Bretter nicht mehr stumpf, sondern schräg zusammen wie in II, was man messern, fasen, gefasen nennt, oder man falzt dieselben wie in III, welch' letzteres man auch die halbe Spundung nennt.

Die ganze Spundung IV, auch Aesterung (Astern) genannt, findet vielfältig Anwendung bei Speicherböden zum Aufschütten von Getreide, Oelsamen und anderen feinkörperigen trockenen Substanzen; dann bei Wassergerinnen und Behältern, so wie bei den beim Wasserbau zu gebrauchenden Spundwänden. — Die Verbindung besteht darin, daß immer ein Brett oder Laden wie a mit zwei, oder nur einer viereckig prismatischen Vertiefung a (Nuth) versehen ist, in welche eine am nächsten

Brette befindliche gleiche Erhöhung b (Kamm) greift. Es ist ganz gleichgültig, ob an einem und demselben Brette, wie in d zwei Nuthen, oder wie in c zwei Kämme, oder ob an einem Brette wie in e ein Kamm und eine Nuth sich befinden. — Das **Federn** V wird vielfach, besonders bei Wassergerinnen, gebraucht und unterscheidet sich vom Astern nur darin, daß, während bei diesen die Kämme aus einem Stücke mit dem Brette sind, hier in jedes Brett eine Nuth r s eingezogen ist, in welche dann eigene Kämme, Federn, o, p, q aus gut ausgetrocknetem Holze eingeschoben werden. — Die Verbindung VI, wobei jedes Brett genuthet ist und in die Nuthen eigene Leisten o, p, q eingeschoben sind, eignet sich nur für Wände und Decken, ist jedoch für Wasser haltende Gefäße 2c. nicht geeignet. Wenn mehrere Bretter nach Art I, II, III, IV und V zusammengefügt sind, ohne daß selbe, noch mit anderen festen Gegenständen verbunden, in ihrer Lage unverrückbar erhalten werden, so versieht man sie mit Leisten. Diese Leisten sind Brett- oder Laden-Stücke von 3″—7″ Breite und werden rechtwinklig, quer über die Fasern der zusammengefügten oder gespundeten Bretter, entweder stumpf mit hölzernen oder eisernen Nägeln aufgenagelt, oder wie in VIII c, b in die Bretter schwalbenschwanzförmig vertieft eingeschoben. — In diesem Falle nennt man die Leisten **Einschubleisten**, und selbe können dann entweder auf dem flachen Wege wie b oder auf dem hohen Wege wie c gebraucht werden. Auf die letzte Art gebraucht, schützen sie die Bretter mehr gegen das **Werfen**, **Verziehen**, **Krummziehen**, dürfen aber durchaus nicht geleimt werden, indem sonst die Bretter beim Schwinden und Anschwellen verreißen würden. Eine andere Gattung Leisten IX sind die **Hirn-**, **Stirn-**, auch **Anfaßleisten** genannt, welche gleichfalls rechtwinklig, jedoch am Ende über Hirn bündig mit den Brettern, manchmal auch auf einer Seite überstehend, an diese angezapft werden. Die Zapfen d, e gehen entweder durch die Leiste und werden außen verkeilt, oder sie sind verdeckt und vernagelt. Die Hirnleisten, welche gegen das Verziehen und Werfen immer weniger als die Einschubleisten schützen, sollen auch nicht geleimt werden, indem sonst das Schwinden und Anschwellen verhindert wird und die Bretter sich ganz windschief ziehen. Bl. 11. Fig. 25.

Zu den Ausdehnungen in der Breite gehört auch noch das **Düppeln** der Bretter IX. — **Düppel** nennt man cylindrische c, oder prismatische Zapfen aus hartem Holze a, b, welche in geeigneter Entfernung von einander in die Bretter wie c eingebohrt oder wie a, b eingestemmt, diese wenn sie stumpf zusammengefügt sind, mehr verbinden und besonders gegen das Durch- oder Ausbiegen der einzelnen Bretter schützen. Die prismatischen, auch flache Düppel genannt, werden in den meisten Fällen

Bl. 11. auch verbohrt und mit hölzernen Nägeln vernagelt, wo sie große Festigkeit gewähren.

Das Ueberkämmen, Einkämmen, auch Aufkämmen genannt, wird hauptsächlich bei horizontalliegenden, sich überkreuzenden (schränkenden)
Fig. 26. Hölzern gebraucht und wird auf verschiedene Weise gemacht. In Fig. 26 sind die meist gebrauchten Verkämmungsarten dargestellt. Hiebei ist zu bemerken, daß A das untere Verbandstück, dessen horizontale Projection B ist, bildet, wobei die oberen Verbandstücke C abgehoben und umgekantet gedacht sind. Die Vertiefungen in B heißen Kammsassen. I ist der einfache Kamm, II der doppelte Kamm, welch' letzterer auch schräg wie in III gemacht wird; IV heißt der Kreuzkamm; V der einfache, VI der doppelte Schwalbenschwanzkamm; VII und VIII sind umständlicher in der Bearbeitung, ohne einen großen Nutzen zu gewähren; IX wird am Ende eines Holzes gebraucht. Wenn zwei Hölzer tief in einander verkämmt werden müssen und es würde das obere Stück durch den tiefen Einschnitt zu sehr verschwächt werden, so gebraucht man die gesenkten Kämme, welche wie II sich von den beschriebenen bloß darin unterscheiden, daß auch das untere Verbandstück, wie bei a b ersichtlich, um die Hälfte der ganzen Kammdicke ausgeschnitten wird.

Somit schließen wir die Holzverbindungen, deren genaue Kenntniß Jedem, der sich mit dem praktischen Maschinenbaue ernstlich zu befassen gedenkt, nach des Verfassers eigenen Erfahrungen recht noth thut, und welche, um recht vertraut mit ihnen zu werden, in Holz (Ahorn oder Birnbaum) etwa in Stücken zu 1 — 1½" in Dicke und Breite selbst zu modelliren, jedem Anfänger zu rathen ist.

Vierte Abtheilung.

Verzahnungen.

Blatt 12—21.

§. 91.

Einleitung.

Unter den Mitteln zur Fortpflanzung einer Bewegung sind die Verzahnungen eines der wirksamsten und wie im kleinsten, so auch im größten Verhältnisse, in der Voraussetzung der Vollkommenheit ihrer Anordnung, mit dem besten Erfolge zu gebrauchen. Man denke sich zwei Cylinder,

welche in der Richtung ihrer Achsen mit Zapfen versehen in Anwellen so gelagert sind, daß sich beide Cylinder nach einer gemeinsamen geraden Kante berühren, so wird die durch das Berühren beider entstehende Reibung bewirken, daß, wenn einer von ihnen in Bewegung gesetzt wird, sich auch der andere Cylinder, jedoch nach entgegengesetzter Richtung, mitbewegt. Da sich, vorausgesetzt die beständige Berührung beider Cylinder, bei ihrer Drehung um die Achsen gleiche Bogenlängen abwickeln, so werden, im Falle die Cylinder nicht von gleichem Diameter sind, während einer Rotation des größeren so viele Umdrehungen des kleineren erfolgen, als die Peripherie des kleineren in der des größeren enthalten ist. Da nun aber, wollte man sich zur Fortpflanzung einer Bewegung solcher glatter Cylinder bedienen, die durch die Berührung beider entstehende Reibung zu gering ist, um einer selbst unbedeutenden Kraft zu widerstehen, so versieht man beide Cylinder in der Richtung ihrer Kanten mit Erhöhungen und Vertiefungen, Kämme oder Zähne genannt, und stellt sie so, daß immer eine solche Erhöhung, Kamm des einen Cylinders, in eine Vertiefung, Zwischenraum, des anderen eingreift, wobei, wenn jetzt durch eine bestimmte Kraft der eine Cylinder in Bewegung gesetzt gedacht wird, diese Kraft auch auf den anderen übergetragen, fortgepflanzt, wird und die gleiche Drehung erfolgt, wie beim ersteren. Solch' eine Vorrichtung nennt man eine Verzahnung, auch Verkämmung, und die Cylinder Kamm- oder Zahnräder. Da die Zähne, so wie auf Cylindern, ebensowohl auch auf Kegeln angebracht werden können, so unterscheidet man cylindrische und conische Räder.

Bei der Anordnung einer jeden Verzahnung ist die erste Bedingung, ruhige, gleichförmige Bewegung bei möglichster Dauerhaftigkeit. Diese Eigenschaften können aber nur erreicht werden durch genaue Berechnung, Eintheilung und gehörige Zahl der Zähne, so wie besonders durch deren richtige Gestalt, über deren letztere lange eine große Meinungsverschiedenheit herrschte und wofür eine Menge der verschiedenartigsten Vorschriften vorhanden sind, von denen wir jedoch nur diejenigen anführen, die, der Theorie nach bis daher als die vollkommensten bezeichnet, seit ihrer Erfindung von den ersten Mechanikern Englands und Frankreichs allgemein gebraucht werden und sich nach des Verfassers eigenen mehrjährigen praktischen Erfahrungen als die vorzüglichsten bewährt haben. Da man sich jedoch hiezu einiger Curven bedient, deren Kenntniß und graphische Construction nicht bei Jedem vorausgesetzt werden kann, so wollen wir als Vorbereitung zur Construction der Verzahnungen diese Curven vorausgehen lassen.

Bl. 12.
Fig. 1.

§. 92.

Gemeine Cykloide.

Blatt 12. Fig. 1.

Wenn sich ein Kreis, dessen Radius A D ist, auf einer geraden Linie B C wälzt, so erzeugt ein in der Peripherie des Kreises angenommener Punkt, wie hier D, eine eigene krumme Linie, welche **gemeine Cykloide** oder **Radlinie** genannt wird. Der Kreis heißt der Erzeugungs-Kreis, B C die Grundlinie und D der Tangirungspunkt derselben und des Kreises, D der ursprüngliche Erzeugungspunkt. Bei der Wälzung des Erzeugungs-Kreises wickelt sich dessen Peripherie auf der Grundlinie B C ab, und es ist die Curve vollendet, wenn der ursprüngliche Erzeugungspunkt D wieder als Berührungspunkt D'' der Grundlinie B C erscheint, wo dann die Länge D D'' der Grundlinie gleich der Peripherie des Erzeugungs-Kreises ist. Zur Zeichnung der Curve ist vor allem nöthig, die Größe der Peripherie des Erzeugungs-Kreises zu berechnen, welche dann, von D auf die Grundlinie aufgetragen, den Endpunkt D'' der Curve gibt; außerdem kann man auf graphischem Wege diese Länge D D'' dadurch erhalten, daß man die Peripherie des Erzeugungs-Kreises von D an in so viele gleiche Theile D, 1, 2, 3 — D eintheilt, daß jedes zwischen zwei Theilpunkten befindliche Bogenstück als gerade betrachtet werden kann, und diese Theile dann auf die Grundlinie B C, von D angefangen nach I, II, III — D'', ihrer Anzahl und Größe nach, aufträgt. Bei der Wälzung des Erzeugungs-Kreises A werden die in dessen Peripherie liegenden Theilpunkte 1, 2, 3 — D allmählich zusammenfallen mit denen I, II, III — D'' der Grundlinie B C, und es wird für jede solche Lage des Erzeugungs-Kreises dessen Mittelpunkt, so wie der erste A, in einem von den Theilen I, II, III — D'' auf die Grundlinie B C gefällten Perpendikel liegen. Da nun ferner der Weg, welchen der Mittelpunkt A während der Wälzung durchläuft, leicht begreiflich eine Parallele A A'' zur Grundlinie ist, so befinden sich die Mittelpunkte des Erzeugungs-Kreises für jede den Theilpunkten I, II, III — D'' entsprechende Lage immer im Durchschnitte eines aus letzterer auf B C gefällten Perpendikels und der aus A parallel zu B C gezogenen Geraden in den Punkten a, b, c — A''. — Will man nun jetzt einzelne Punkte der Curve für eine gewisse Lage, in welche der Erzeugungs-Kreis vorgerückt ist, bestimmen, z. B. für die Stelle, wo III der Berührungspunkt der Grundlinie und des Erzeugungs-Kreises ist, so ist jetzt c dessen Mittelpunkt, aus welchem mit dem Radius A D ein Kreis beschrieben wird. Von dem in der Peripherie befindlichen entsprechenden Theilpunkte 3 eine Parallele zur

Grundlinie gezogen, gibt jetzt im Durchschnitte mit dem Kreise einen Punkt Bl. 12. Fig. 1.
der Curve, welchen man auch erhalten hätte, wenn man die Entfernung des Punktes 3 vom ursprünglichen Erzeugungspunkte D als Sehne genommen und selbe von III, als dem jetzigen Berührungspunkte, auf den aus c beschriebenen Kreis aufgetragen hätte. Beide Verfahrungsweisen gründen sich darauf, daß immer, wie weit einer der in der Peripherie liegenden Punkte, wie 3, bei der Wälzung nach abwärts gegen die Grundlinie kömmt, der ursprüngliche Erzeugungspunkt D gerade so hoch aufsteigt. — Um nun mehrere Punkte für die Curve zu erhalten, beschreibt man mit A D als Radius aus allen Punkten a, b, c — A'' Kreise, welche mit aus entsprechenden Theilpunkten 1, 2, 3 — D gezogenen Parallelen durchschnitten werden; oder man nimmt die Entfernung eines jeden Punktes 1, 2, 3 ꝛc. von D und trägt sie immer von den mit gleichen Zahlen I, II, III ꝛc. bezeichneten Punkten auf die entsprechenden Kreise auf. Die so erhaltenen Punkte werden vorläufig aus freier Hand und später beim Ausziehen mit Tusch mit einem krummen oder Curvenlineal nachgezogen, wodurch man in D, D' D'' die gemeine Cykloide erhält. In Fig. 13 haben wir die Zeichnung eines solchen vom Verfasser Fig. 13.
eigens hiefür construirten Curvenlineals in wirklicher Größe beigefügt.

Dasselbe kann aus geschlachtetem Birn- oder Apfelbaumholz 1''' dick oder am besten aus Messingblech ½''' dick gemacht werden. Bei dessen Gebrauch hat man stets darauf zu sehen, daß man immer möglichst viele Punkte auf einmal zusammenziehen kann und immer wieder da auszuziehen anfängt, wo man aufgehört hat.

§. 93.

Verlängerte Cykloide.

Fig. 2.

Wenn sich zwei mit einander concentrisch verbundene Kreise, deren Fig. 2.
gemeinsamer Mittelpunkt A ist, auf einer geraden Grundlinie B C wälzen, so erzeugt ein im großen Kreise vom Radius A D angenommener Punkt D eine eigene Curve, welche die verlängerte Cykloide genannt wird. Der Kreis mit dem Radius A 12 heißt der wälzende, der große, mit dem Radius A D der erzeugende Kreis. Um Punkte für die Curve zu erhalten, fällt man von dem ursprünglichen Mittelpunkte A einen Perpendikel auf die Grundlinie, welche in 12 den ursprünglichen Berührungspunkt des wälzenden Kreises und der Grundlinie, in D aber den ursprünglichen Erzeugungspunkt gibt. Da sich, wie bei der gemeinen Cykloide, auch hier die Peripherie des wälzenden kleinern Kreises auf der Grundlinie B C abwickelt, so theilt man dieselbe in eine solche Anzahl

Bl. 12. Fig. 2. Theile 1, 2, 3 — 12, daß jeder dieser Theile als eine Gerade betrachtet werden kann. Man zieht nun vom Mittelpunkt A eine Parallele A A′ A″ zur Grundlinie B C, welches der Weg des Mittelpunktes A ist, und trägt von diesem angefangen alle Theile 1, 2, 3 — 12 ihrer Anzahl und Größe nach auf, wodurch man die Punkte I, II, III — A″ als Mittelpunkte für die verschiedenen der Eintheilung des Wälzungskreises entsprechenden Lagen erhält, von denen man Perpendikel auf die Grundlinie B C bis zu der von D zur ersten parallel gezogenen Geraden D D″ fällt, wodurch sich die Punkte a^3, b^3, c^3 — D″ als die der Eintheilung des Wälzungskreises entsprechenden Berührungspunkte ergeben. — Man zieht nun durch alle Theilpunkte 1, 2, 3 — 12 des Wälzungskreises Radien bis zur Peripherie des Erzeugenden, wodurch die Punkte a, b, c — D zum Vorschein kommen. Will man nun z. B. denjenigen Punkt der Curve, bei welchem V der Mittelpunkt des Erzeugungs-Kreises ist, so beschreibt man mit dem Radius A D aus V einen Kreis und führt von dem Punkte e, an welchem der durch die gleiche Zahl 5 im Wälzungskreise gezogene Radius den Erzeugungs-Kreis trifft, eine Parallele zur Grundlinie. Wo sich nun diese und obiger Kreis schneiden, dort ist ein Punkt der Curve, welchen man, wie bei der gemeinen Cykloide auch erhalten hätte, wenn man die Sehne D e von e^3 als den Berührungspunkt des aus V beschriebenen Kreises auf diesen aufgetragen hätte. Um die übrigen der Anzahl der Eintheilung des Wälzungskreises entsprechenden Punkte zu erhalten, beschreibt man mit dem Radius A D aus allen Punkten I, II, III — A″ Kreise und durchschneidet selbe aus den, den gleichen Zahlen entsprechenden Punkten a, b, c — l D. Die erhaltenen Punkte werden wieder zunächst mit Bleistift aus freier Hand, dann mit dem Curven-Lineal miteinander verbunden.

Sowohl bei der verlängerten, als bei der gemeinen Cykloide ist D′ immer der Punkt, wo die Curve zur Hälfte vollendet ist; übrigens braucht man für die Verzahnungen nie die ganze Curve, sondern immer nur ein von D anfangendes kurzes Stück. Ebenso wären die Kreise mit ihrer Eintheilung in A′ und A″ nicht nothwendig, und man hat selbe bei diesen, so wie bei den folgenden Curven nur gezeichnet, um dem Anfänger die Erzeugung der Curve mehr deutlich zu machen.

§. 94.

Die Epicykloide.

Fig. 3.

Fig. 3. Wenn sich ein Kreis A auf einem andern B wälzt, so beschreibt ein in A angenommener Punkt D eine krumme Linie, Epicykloide genannt.

A heißt wie oben der erzeugende, B der Grundkreis. D ist der ur- Bl. 12. Fig. 3.
sprünglich erzeugende Punkt. So wie bei der gemeinen Cykloide wickelt sich auch hier die Peripherie des erzeugenden Kreises A auf der des Grundkreises ab, und es ist die Curve vollendet, wenn der ursprünglich erzeugende Punkt D wieder als Berührungspunkt D'' mit dem Grundkreise erscheint.

Um nun einzelne Punkte der Curve zu erhalten, theilt man vor allem den Erzeugungskreis in eine so große Anzahl Theile 1, 2, 3 — 12, daß jedes zwischen zwei Theilpunkten befindliche Bogenstück als Gerade betrachtet werden kann. Alle diese Theile trägt man auf den Grundkreis ihrer Anzahl und Größe nach auf, und erhält die Punkte I, II, III — XI, D'', durch welche man Radien aus B bis zu einem durch A aus B beschriebenen Kreise zieht, und die Punkte a, b, c — A'' als Mittelpunkte bekommt, welche solche für den Erzeugungskreis in den der auf selben vorgenommenen Eintheilung entsprechend verschiedenen Lagen sind.

Man beschreibt aus a, b, c — A'' mit dem Radius A D Kreise, und durchschneidet sie mit solchen aus B durch die, den Buchstaben a, b, c 2c. entsprechenden gleichen Theilpunkte 1, 2, 3 2c., wodurch man Punkte erhält, deren Vereinigung die Curve D, D' D'' gibt. — Diese, wie die folgenden Constructionen sind ganz übereinstimmend mit der gemeinen Cykloide, welche auch eine Epicykloide wird, wenn man sich den Grundkreis von unendlich großem Halbmesser denkt. — In Betreff der Eintheilung des Grundkreises der Epicykloide bemerken wir nur, daß es immer besser ist, statt die vom Erzeugungskreis abgenommenen Theile auf die Peripherie des Grundkreises aufzutragen, durch Rechnung zu bestimmen, wo die Curve endet, wenn man einen bestimmten Punkt D einmal als Anfangspunkt gewonnen hat. Hier wurde das Verhältniß des Erzeugenden zum Grundkreis wie 1 zu 2 genommen, und da, wie bekannt, sich die Peripherie wie die Diameter zu einander verhalten, so ist die ganze Peripherie von A gleich der halben von B, und D'' der Endpunkt der Curve.

Uebrigens braucht man auch von dieser Curve für die Verzahnungen nur ein von D anfangendes kurzes Stück, und es sind dort die Erzeugungs- und Grundkreise ohnehin durch die vorausgehende Berechnung und Eintheilung, welche wir später anführen werden, schon bestimmt.

§. 95.

Verlängerte Epicykloide.

Fig. 4.

Wenn sich ein Kreis, mit welchem ein anderer concentrisch verbunden Fig. 4.
ist, auf einem anderen Kreis wälzt, und man in dem größeren der mit-

Bl. 12. Fig. 4. einander verbundenen Kreise einen Punkt D als Erzeugenden annimmt, so beschreibt dieser eine Curve, welche die verlängerte Epicykloide genannt wird. A ist der Mittelpunkt des wälzenden und Erzeugungskreises. Der Radius des letztern ist A D, der des ersteren A 12; B ist der Mittelpunkt des Grundkreises, sein Radius B 12. Man soll nun einzelne Punkte der Curve bestimmen.

Wir glauben dieses dem denkenden Anfänger um so mehr überlassen zu dürfen, da zwischen der verlängerten Cykloide und dieser Curve vollkommene Analogie herrscht, auch die ganz gleiche Bezeichnungsweise beibehalten wurde und die Zeichnung hinlängliche Deutlichkeit gewährt.

§. 96.

Hypocykloide.

Fig. 5.

Fig. 5. Man nennt Hypocykloide jene Curve, welche entsteht, wenn sich ein Kreis A als Erzeugender innerhalb der Peripherie eines andern Kreises B wälzt.

Da auch hier, wie bei der Epicykloide sich die Peripherie des Erzeugungskreises A auf der des Grundkreises abwickelt, so muß vor allem entweder durch Eintheilung des Erzeugungskreises und Uebertragung dieser Theile auf die Peripherie des Grundkreises B, oder besser durch Rechnung der Endpunkt D″ der Curve bestimmt werden. Im vorliegenden Falle wurde das Verhältniß des Erzeugungs- und Grundkreises wie 1 zu 3 angenommen, und es endet also die Curve in D, wo der ursprünglich erzeugende Punkt ist, so, daß das Stück der Peripherie D, D″ ein dritter Theil der Peripherie des Grundkreises B, und also gleich der ganzen Peripherie des Erzeugungskreises A ist. Da die weitere Verfahrungsweise zur Bestimmung der Punkte für die Curve ganz gleich der bei der Epicykloide beschriebenen ist, so halten wir es mit Hinweisung auf jene nicht mehr für nothwendig sie zu wiederholen, und fügen nur noch die Bemerkung bei, daß, wenn das Verhältniß des Grund- und Erzeugungskreises wie 1 zu 2 ist, die Curve ein Durchmesser des Grundkreises wird, wofür wir als Beweis in Fig. 5 oben die Hälfte construirt haben. Es ist hiebei B der Grundkreis, F der Erzeugende, G der ursprünglich erzeugende Punkt und G F B die halbe Curve, ein Radius des Grundkreises.

§. 97.

Verlängerte Hypocykloide.

Fig. 6.

Fig. 6. Wenn sich zwei concentrisch verbundene Kreise innerhalb der Peripherie eines dritten Kreises B so wälzen, daß der Wälzungskreis mit

dem Radius A 12 den Grundkreis B stets berührt, so erzeugt ein im Erzeugungskreis angenommener Punkt D eine Curve, verlängerte Hypocykloide genannt. Da die Bestimmung einzelner in der Curve liegender Punkte ganz dieselbe ist, wie bei der verlängerten Epicykloide, so übergehen wir sie, auf jene und die Zeichnung hinweisend, und bemerken nur, daß hier in Fig. 6 das Verhältniß des wälzenden und Grundkreises wie 1 zu 3 angenommen wurde. In Fig. 7 haben wir noch eine zweite verlängerte Hypocykloide gezeichnet, welche ganz wie die in Fig. 6 construirt wird und sich von jener nur dadurch unterscheidet, daß hier der Grundkreis B vom Radius B C der kleinste, die beiden größeren Kreise aber, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt A ist, die beiden concentrisch verbundenen sind, von denen der mit dem Radius A D erzeugend, der größere aber mit dem Radius A C wälzend ist. D ist der ursprünglich erzeugende Punkt; im übrigen wird ganz wie bei der verlängerten Hypocykloide Fig. 6 verfahren. Die Curve wurde auch hier nicht ganz gezeichnet, indem man ohnehin bei den Verzahnungen nur ein ganz kleines Stück, von D angefangen, braucht. Bl. 12. Fig. 6. Fig. 7.

§. 98.

Kreis=Evolvente.

Fig. 8.

Wenn sich eine Tangente an einem Kreise so fortbewegt, daß sie stets Tangente bleibt, und nach und nach alle Elemente des Kreises enthält, so wird hiedurch eine Curve erzeugt, welche Kreis=Evolvente heißt; der gegebene Kreis heißt Evolute. Um einzelne, in der Evolvente liegende Punkte zu erhalten, trägt man von einem beliebigen Anfangspunkte D auf die Peripherie des gegebenen Kreises A eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3—12 und zieht an allen diesen Punkten Tangenten zum Kreis. Macht man nun die Tangente 1 a gleich einem der Theile, die Tangente 2 b gleich zwei Theilen, die Tangente 3 c gleich 3 Theilen u. s. f., so sind die Punkte a, b, c—l XII solche in der Curve liegende, welche mit dem Curvenlineal vereinigt werden können. Diese Curve kann auch mit dem Zirkel auf folgende Weise beschrieben werden: man macht nämlich die letzte Tangente, hier 12 XII von gleicher Länge mit dem Peripheriestück D, 1, 2, 3—12, was am besten durch Berechnung, hier aber dadurch geschehen ist, daß man einen der gleichen Theile D 1, welche auf die Peripherie der Evolute aufgetragen worden sind, von 12 angefangen Fig. 8.

Bl. 12. Fig. 8. 12 mal auf die Tangente 12 XII aufgetragen hat, setzt den Zirkel in 12 ein und beschreibt das Bogenstück XII l; dann setzt man den Zirkel in 11 und beschreibt den Bogen l k u. s. f. — Man hätte ebensowohl für die Cykloide die entsprechenden Halbmesser suchen und die einzelnen Theile, wie hier mit dem Zirkel beschreiben können; allein es gibt keine große Genauigkeit, und so hat man es ganz unterlassen.

§. 99.

Verlängerte Evolvente.

Fig. 9.

Fig. 9. Wenn sich ein mit einer Tangente verbundener Perpendikel an einem Kreise so bewegt, daß die Tangente stets Tangente, der Perpendikel aber von gleicher Länge stets senkrecht auf der Tangente bleibt, so beschreibt der Endpunkt des Perpendikels eine krumme Linie, welche verlängerte Evolvente genannt wird. Es sey also A wieder Evolute, E D der Perpendikel, und D der Anfangspunkt der Curve, so zieht man, wie bei der vorigen, zuerst die Tangenten, und bestimmt ihre Endpunkte a, b, c—m, errichtet dann aus diesen Perpendikel a a′, b b′, c c′, e c′ — m m′ von gleicher Länge, so sind die Punkte D, a′, b′ — m′ solche in der Curve liegende, deren Vereinigung mit dem Curven-Lineale nun bewerkstelliget werden kann.

§. 100.

Praktisches Verfahren zur Erzeugung der Cykloiden und Kreis-Evolventen.

Fig. 10.

Sowohl die Cykloiden, als die Kreis-Evolventen können entweder zur besseren Versinnlichung ihrer Erzeugung, oder zum Behufe ihrer Anwendung im Großen durch ein ganz praktisches Verfahren erzeugt werden,

Fig. 10. z. B. die gemeine Cykloide Fig. 10.

Man läßt eine hölzerne kreisrunde Scheibe A′ in ganz gleicher Größe mit dem Erzeugungskreise und eine gerade Latte B C anfertigen, welch' letztere man mittelst Schrauben oder Nägel B C auf ein Reißbrett befestiget. In der Scheibe A′ schlägt man an einem beliebigen Punkte ein eisernes Stiftchen so ein, daß seine Spitze D′ gerade an der Peripherie und der unteren Seite der Scheibe etwas vorsteht. Man bringt nun die Scheibe in die Lage A so, daß das Stiftchen bei D die Latte B C berührt. Wälzt man nun die Scheibe an der Latte fort, so kratzt der Stift die Curve D D′ in das Reißbrett, oder ein untergelegtes Messingblech oder in eine

dünne Holzfournire ein, welche nun jetzt ausgeschnitten und genau nach dem Risse ausgearbeitet, als Schablone benützt werden kann. Die Theilung auf der Scheibe A und der Latte B C dient dazu, daß man immer sieht, ob die gleichen Theile aufeinander treffen, und die Scheibe während der Wälzung nicht verrückt worden ist. Damit die Scheibe während des Wälzens nicht rutscht oder ausglitscht, kann man die Peripherie der Scheibe und die Seite der Latte, auf der man wälzt, entweder mit Kreide oder Harz bestreichen. Auf gleiche Weise kann man die Hypocykloide erzeugen. Bl. 12. Fig. 10.

Das praktische Verfahren zur Zeichnung einer Kreis-Evolvente ist folgendes:

Man läßt sich eine Scheibe in der Größe der Evolute machen, und befestiget diese auf einem Reißbrette. Man wickelt nun um diese Scheibe eine dünne Schnur oder einen Faden, bindet an dessen Ende einen Bleistift und wickelt nun, indem man den Stift mit der Hand auf das Reißbrett senkrecht niederhält, die Schnur mit stets gleicher Anspannung ab, wobei der Stift die Curve beschreibt.

Noch einfacher kann die Curve gezeichnet werden, indem man Fig. 8 in die Theilpunkte 1, 2, 3 — 12 des Kreises A als Evolute Stifte einschlägt, an den in 12 befindlichen einen Faden anbindet, an welchen man in der Länge XII einen Bleistift befestiget, und diesen nun mit stets gleicher Anspannung so herumführt, daß sich der Faden allmählich an die Stifte 11, 10, 9 — D anlegt, wobei der Stift die Curve beschreibt.

Construction der Verzahnungen.

§. 101.

Wir haben bereits im Eingange dieser Abtheilung angeführt, daß die Hauptrücksichten bei jeder Verzahnung auf Gleichförmigkeit der überzutragenden Bewegung und die größte Dauerhaftigkeit gerichtet seyn muß, und daß diese Eigenschaften durch eine gehörige Anzahl und geeignete Größe oder Stärke der Zähne, deren Bestimmung die genaue Berechnung vorangeht, dann durch richtige Eintheilung und angemessene Form derselben erreicht werden. In Betreff der Anzahl der Zähne ist zu bemerken, daß, nachdem immer nur ein Zahn des einen Rades einen solchen des anderen gleichsam fortschiebt, ein zweiter Zahn schon in Thätigkeit seyn muß, bevor der erste zu arbeiten aufhört, außerdem beide Räder aus ihrer Berührung kommen und die Bewegung aufhören würde; daß ferner 3 Zähne die geringste Zahl ist, welche man einem Rade geben kann, wobei jedoch zu be-

merken ist, daß diese Zahl als zu klein, nur in wenigen und solchen Fällen, wo wegen Mangel an Raum größere Räder nicht gebraucht werden können, wie bei den Wagenwinden (Fuhrmanns-Winden), genommen wird, wo jedoch in ein so kleines Rad jedesmal eines mit einer größeren Anzahl Zähne eingreift. — Im allgemeinen stimmen die praktischen Maschinenbauer darin überein, daß man für kleine Räder nicht unter 8 Zähnen nehmen soll. Wo jedoch ein großes und ein kleines Rad miteinander im Eingriffe sind, erhält letzteres häufig nur 6 Zähne, ja Verfasser hat deren selbst mit 5 und 4 ausgeführt, welche sich als gut bewährt haben. Allein es ist jedenfalls zu rathen, die Zähnezahl, wo es ohne bedeutende Kostenvermehrung geschehen kann, größer zu nehmen, indem hiebei die Räder selbst bei minder genauer Ausführung besser gehen und von längerer Dauer sind.

§. 102.

Die Größe der Zähne richtet sich theils nach der Größe der Räder, hauptsächlich aber nach der Größe der durch sie überzutragenden oder fortzupflanzenden Kraft, und der Stärke des hiefür zu verwendenden Materials. Im kleinen Verhältnisse und bei wenig Widerstand, wie bei den Zeitmessern, besonders Taschen- und Stockuhren, physikalischen und mathematischen Instrumenten und ähnlichen Maschinen, gebraucht man für die Räder hauptsächlich Messing und Stahl, während für größere Maschinen Gußeisen und Holz am vortheilhaftesten angewendet wird. Gründliche Kenntniß der Stärke dieser Materialien, verbunden mit vielfältig angestellten Vergleichungen ausgeführter Maschinen zur Ermittlung der Größe der hiebei nothwendigen Kraft und Geschwindigkeit der Bewegung mit vorzüglicher Rücksicht auf die Stärke der gebrauchten Räder, so wie der Größe der Abnützung und Zeit der Dauer, sind bei der Anwendung einer jeden Verzahnung dringendes Bedürfniß, welches nicht, wie so Mancher glaubt, bloß zu Hause am Schreib- oder Zeichnungstische durch bloßes Bücherlesen, sondern größtentheils nur durch vielfache praktische Erfahrungen befriediget werden kann.

§. 103.

Wie einigermaßen auch die Größe, so hat die Form der Zähne den wesentlichsten Einfluß auf Gleichförmigkeit der Bewegung sowohl als auf frühere oder spätere Abnützung, und ist besonders zu berücksichtigen. Bevor wir hierüber ein Weiteres anführen, wollen wir einige nothwendige Begriffe und Benennungen festsetzen, deren wir zum Verstehen des Nachfolgenden bedürfen. Die Z ä h n e, von einigen K ä m m e, besonders dann genannt, wenn selbe nicht aus einem Stücke mit dem verzahnten Cylinder oder Kegel sind,

sondern in diesen erst eingesetzt werden, sind bei den cylindrischen Rädern theils selbst wieder Cylinder von kreisförmiger Basis, deren Achsen parallel zu der des Rades sind, oder es sind ihre Oberflächen, so weit sie über das Rad vorragen, theils Ebenen, theils Stücke von Cylindern, deren Basen eine der abgehandelten Curven oder auch wieder Stücke von Kreisen sind; bei conischen Rädern sind die Zähne Kegel, deren Spitzen stets in die des Hauptkegels (des Rades) fallen, und deren Basen, wie bei den cylindrischen Rädern, entweder Kreise oder Stücke von geraden Linien und den erwähnten Curven bilden. Die mit Zähnen versehenen Cylinder oder Kegel heißen Zahn- oder Kammräder und sind, wie bereits bemerkt, mit den Zähnen entweder aus einem Stücke, oder es ist jeder Zahn ein besonderes Stück für sich, jedoch mit dem Rade so fest verbunden, als ob er Eins mit diesem wäre. Die Zähne stehen, wie aus voriger Erklärung schon einleuchtet, auf den krummen Flächen der Räder in der Richtung ihrer Kanten, und man nennt die Ausmessung der Zähne, so wie der Räder in dieser Richtung, ihre Breite, jene Dimensionen aber in der Richtung der Radradien, nämlich in welchen sie über die krumme Radfläche vorstehen, Zahnlänge oder Höhe *), und jene auf der Basis gemessen, ihre Dicke.

Der Zwischenraum zweier Zähne heißt Höhlung oder Zahnlücke. Die Größe eines Rades, auch Höhe genannt, bestimmt stets der Durchmesser desselben, indem selber in den meisten Fällen größer ist als die Radbreite. Da die Zähne jedoch gegen den Mittelpunkt hin schwächer werden, so versteht man unter Zahndicke jene Stärke, welche ein Zahn auf demjenigen Kreise hat, auf dem alle Zähne eingetheilt werden, welcher Kreis, Theilkreis oder Theilriß, Theilring genannt wird, und über welchen die Zähne theils nach außen, theils nach innen vorstehen, so daß selber in den meisten Fällen auf der Mitte der ganzen Zahnlänge gezogen wird.

Kleine Räder erhalten außer den in der Mitte befindlichen Oeffnungen zur Aufnahme der Wellen in der Richtung ihrer Achsen keine andere; größere Räder sind aber theils zur Verminderung ihres Gewichtes, theils wo die Kämme eingesetzt sind, zum Behufe der besseren Verbindung letz-

*) Es wurden schon vor mehreren Jahren Vorschläge und Versuche gemacht, die Zähne nicht mehr in der Richtung der Radachse, sondern unter einer bestimmten Neigung zu dieser zu setzen, wodurch der Druck, welchen Räder auf ihre Achsen ausüben, mehr in die Richtung derselben gegen die Stirne der Anwellen vertheilt und auch ein ruhiger sanfter Gang erzielt werden sollte; man erreicht aber den Zweck hiebei nur bei der größten Accuratesse der Ausführung, wodurch die Räder beträchtlich vertheuert würden. So ist man wieder auf das zurückgekommen, was man schon früher hatte.

terer mit den Rädern, hohle Cylinder oder Kegel, und durch Speichen, auch Arme genannt, und mit dem die Oeffnung der Welle enthaltenden Theile, der Nabe, entweder aus einem Stücke oder gegenseitig so fest miteinander verbunden, als ob sie nur ein Stück wären. Der hohle Cylinder oder Kegel, auf welchem die Zähne nach außen oder innen vorstehen können, heißt der Radkranz. Die noch fehlenden Benennungen folgen im Laufe der Construction und später bei eisernen und hölzernen Rädern.

Rücksichtlich der Form der Zähne haben wir noch nachzutragen, daß nicht so sehr Länge, Breite und Dicke, sondern hauptsächlich die Gestalt, welche den aufeinanderwirkenden Flächen gegeben wird, hiebei die Hauptsache sind, und die Gestalt von der Art seyn soll, daß die Zähne ruhig ohne alles Stoßen mit größter Leichtigkeit über einander hinweggleiten, und die hiedurch entstehende Reibung die möglich kleinste wird, wodurch man auch die längste Dauer erzielt.

§. 104.

Die Eintheilung der Zähne muß, nach vorausgegangener Berechnung, mit der größten Accuratesse auf den bereits bemerkten Theilkreisen vorgenommen werden und so beschaffen seyn, daß jede Entfernung eines Zahnmittels von einem anderen, Theilung, auch Wurf genannt, nicht nur bei allen Zähnen dieselbe ist, sondern daß die Theilung des einen Rades von gleicher Größe mit einem eingreifenden zweiten Rade ist, wobei wohl zu bemerken, daß bei ungleich großen Rädern, welche miteinander im Eingriffe sind, keineswegs die Entfernung zweier Zahnmittel des einen Rades, auf dem Theilkreise als Sehne gemessen, gleich der Entfernung zweier Zahnmittel des anderen Rades hierunter verstanden ist, sondern daß die zwischen zwei Zähnen befindlichen Bogenstücke des großen, so wie des kleinen Rades, gleich groß seyn müssen.

§. 105.

Bei der Anordnung einer jeden Verzahnung ist Berechnung das Erste, und man hat hiebei zunächst zu berücksichtigen:

I. die Richtung, nach welcher die Bewegung fortgepflanzt werden muß,
II. die Größe der überzutragenden Kraft,
III. die hiebei stattfindende Geschwindigkeit.

Die Richtung der Fortpflanzung einer Bewegung wird theils durch die Maschine, für welche man sie braucht, theils durch die Lage des Ortes, von welchem die ursprüngliche Kraft und Bewegung ausgeht, theils durch die Lage der ersten Welle bestimmt. Es ist diese Lage in den meisten

Fällen die horizontale, wie bei den gewöhnlichen Wasserrädern, selten die verticale, wie bei den Ochsen- und Pferdegöpeln und horizontalen Wasserrädern (Turbinen), am seltensten die schiefe, wie bei Windmühlen. In allen Fällen sind die Wellen der zur Fortpflanzung der Bewegung nöthigen Räder entweder parallel, oder sie schneiden sich bei gehöriger Verlängerung, wo im ersten Falle cylindrische, im zweiten aber conische Räder Anwendung finden. — Rücksichtlich der Größe der fortzupflanzenden Kraft weisen wir auf die in der Mechanik vorkommenden Lehrsätze mit dem Bemerken hin, daß nebst diesen Beobachtungen und Vergleichungen an ausgeführten Maschinen rücksichtlich der Leistungen, der geeigneten Geschwindigkeit und Zeit der Abnützung, zur Bestimmung der Stärke der Zähne genaue Kenntniß der Festigkeit der Materialien Hauptbedingniß ist. — In Betreff der Geschwindigkeit ist zu bemerken, daß, nachdem selbe ursprünglich selten die zum Betriebe einer bestimmten Maschine geeignete ist, man sie gehörig abändern muß, was mittelst verzahnter Räder dadurch geschehen kann, daß man Räder von ungleichem Durchmesser anwendet; nachdem die Zähne der ineinandergreifenden Räder von gleicher Größe seyn müssen, auf einem kleinen Rade aber weniger Zähne Platz finden, als auf einem großen, und durch einen Zahn nur einer des anderen Rades fortgeschoben wird, so muß auch bei ungleicher Größe der Räder die Zahl ihrer Umgänge ungleich seyn. Die Umgänge ungleicher Räder verhalten sich aber umgekehrt wie ihre Durchmesser, oder, indem sie dem Durchmesser proportional seyn müssen, umgekehrt wie die Zähnezahl. — Will man nun wissen, wie oft sich ein Rad während des Umganges eines anderen umdreht, so darf man nur mit der Zähnezahl des kleinen Rades in die des großen theilen. Hätte z. B. ein Rad **A** 36 Zähne, das in dieses eingreifende **B** aber nur 9 Zähne, so würde $^{36}/_{9} = 4$ Umgänge das Rad **B** während eines Umganges des Rades **A** machen. Die Anzahl der Umdrehungen kann nun nach dem jedesmaligen Bedürfnisse sowohl vermehrt, als vermindert werden, indem man die bewegende Kraft entweder an das kleine oder große Rad anbringt.

Sind mehrere verzahnte Räder von ungleicher Zähnezahl miteinander im Eingriffe, welche alle von einem ersten in Bewegung gesetzt werden, und will man wissen, wie viele Umgänge das letzte während eines Umganges des ersten macht, so multiplicire man die Zahlen der Zähne der kleinen Räder miteinander, und theile mit dem erhaltenen Producte in das, welches man durch Multiplication der Zähne aller großen Räder erhalten hat; der Quotient ist dann die Anzahl der Umdrehungen des letzten Rades während einer des ersten. — Man hat eine Zusammensetzung von 8 Rädern, Blatt 12, Fig. 11 **A**, **B**, **C**, **D** und a, b, c, d, von denen **A** 36 Bl. 12. Fig. 11
und das eingreifende kleine Rad a 16 hat; mit diesem Rade a ist ein

anderes B verbunden zu 45 Zähne, dieses greift in eines b zu 13 Zähnen; mit diesem b ist wieder ein größeres C zu 46 Zähnen in ein kleines c mit 14 Zähnen eingreifend verbunden, und endlich ist noch mit c ein großes Rad D zu 30 Zähnen verbunden, welches in das letzte kleine d zu 11 Zähnen eingreift.

Soll nun angegeben werden, wie viele Umgänge das letzte Rad d während eines Umganges des ersten Rades macht, so ist die Auflösung folgende:

$$\frac{36}{16} \times \frac{45}{13} \times \frac{46}{14} \times \frac{30}{11} = \frac{2235600}{32032} = 69\,\frac{1587}{2002}.$$

Ist bei einem zu construirenden Räderwerke schon eine Anzahl der Umläufe eines letzten Rades während einer Umdrehung des ersten Rades bestimmt, und ist diese Zahl der Umläufe so groß, daß, wenn man dieselbe vermittelst eines einzigen Räderpaares bewirken wollte, eines dieser Räder so groß würde, daß dessen Ausführung höchst unbequem und mit vielen Kosten verbunden wäre, so bedient man sich mehrerer Räder. Daß die Zähnezahl solcher Räder ein gewisses Verhalten zu einander haben muß, um die bedingten Umläufe bewirken zu können, wird nicht zu erwähnen nöthig seyn.

Um die Anzahl der Zähne mehrerer Räder, wodurch eine bestimmte Zahl Umläufe eines letzten Rades bewirkt werden soll, zu bestimmen, wird auf folgende Weise verfahren:

Man zerfällt die Zahl der Umläufe in mehrere Factoren (solche Zahlen, welche mit einander multiplicirt, wieder die Zahl der Umläufe geben). Es sey z. B. die Zahl der Umläufe eines Rades 200, so sind Factoren: I. 100 und 2, II. 50 und 4, III. 40 und 5, IV. 20 und 10, V. 25, 4 und 2, VI. 10, 5 und 4, VII. 8, 5 und 5.

Die Zahl der Factoren wird immer durch die Zahl der Räder bestimmt. Wählt man nämlich eine Reihe, in welcher nur 2 Factoren vorhanden sind, wie I., II., III. und IV., so hat man nur zwei große und eben so viele kleine Räder (Getriebe) nöthig; nimmt man aber eine Reihe, wie V, VI, und VII, in welcher sich 3 Factoren befinden, so braucht man auch 3 große und 3 kleine Räder. Das Verhältniß der Getriebe zu den Rädern ist immer wie das der Factoren zu 1. Soll nun ein Räderwerk construirt werden, bei welchem das letzte Rad 200 Umläufe während einer Umdrehung des ersten macht, so wählt man sich die passendste Factorenreihe aus, z. B. die VII Reihe 8, 5 und 5; wir hätten nun 3 Räder und eben so viele Getriebe nöthig, und es müßte sich die Zähnezahl des in das erste Rad eingreifenden Getriebes zur Zahl der Zähne des Rades verhalten, wie sich 1 zu 8 verhält. Das Verhältniß des zweiten und

dritten Getriebes zu ihren Rädern ist 1 zu 5. Es steht nun in unserer Willkür, den Getrieben eine beliebige Anzahl Zähne zu geben, wobei nur zu bemerken ist, daß die Zähnezahl des Getriebes multiplicirt werden muß mit dem Factor des eingreifenden Rades, welches Product dann die Anzahl der Zähne des Rades bestimmt. Das Getriebe des Rades mit dem Factor 8 soll z. B. 7 Zähne, die Getriebe der anderen aber mit den Factoren 5, jedes 9 Zähne bekommen, so ist

$8 \times 7 = 56$ die Zähneanzahl des ersten,
$5 \times 9 = 45$ die des zweiten,
$5 \times 9 = 45$ die des dritten Rades.

Um zu erfahren, ob mittelst dieser Räder auch die verlangten 200 Umläufe des letzten Getriebes während einer Umwälzung des ersten Rades bewirkt werden, multiplicire man nach dem Vorhergehenden die Anzahl der Zähne der Räder, und theile in das erhaltene Product mit dem, welches durch Multiplication der Getriebezähnezahlen erhalten wurde. Der Quotient muß dann wieder die Zahl 200 seyn, als:

$$\frac{56 \times 45 \times 45}{7 \times 9 \times 9} = \frac{113{,}400}{567} = 200 \text{ Umläufe.}$$

Ist es der Fall, daß eine bestimmte Zahl der Umläufe eines letzten Rades von der Art ist, daß sie nicht in Factoren zerfällt (eine sogenannte Primzahl ist), so können nicht mehr als zwei Räder angewendet werden, und man erhält die Zähneanzahl des großen Rades, wenn man die Zahl der Umläufe mit der willkürlichen Zähnezahl des kleinen Rades multiplicirt; z. B. es sey 131 die Zahl der Umläufe des letzten Getriebes, welchem man 6 Zähne geben will, so ist $131 \times 6 = 786$, und so viele Zähne müßte das große Rad haben. Da aber Räder mit so großer Zähnezahl in der Anwendung, besonders des großen Raumes wegen, welchen sie einnehmen, viel unbequemes haben und eine kleine Abweichung von einer bestimmten Anzahl Umdrehungen eines Rades während einer eines anderen, zumal bei technischen Maschinen, äußerst selten Einfluß auf ihre Wirkung hat, so ordnet man die Zusammensetzung von mehreren Rädern so an, daß man statt einer Primzahl eine andere wählt, welche ihr am nächsten kommt; so z. B. statt der Zahl 131 kann man entweder 130 oder 132 wählen. Diese beiden Zahlen lassen sich in Factoren zerlegen, und man bekommt nur um einen Umgang mehr oder weniger.

§. 106.

Wir können jetzt, nachdem das Nothwendigste über die Verzahnungen im allgemeinen vorausgegangen ist, zu den graphischen Constructionen der

in der Praktik vorkommenden verschiedenen Fälle übergehen, wobei zunächst die Hauptrücksicht auf die Form der Zähne gerichtet seyn soll. Am einfachsten und dabei am öftesten werden die cylindrischen Räder, und unter diesen jene, deren Zähne über die Peripherie des Theilkreises nach außen vorstehen, angewendet, wo dann die Räder die Form eines Sternes darstellen, weßwegen sie Stern- oder Stirnräder genannt werden. Sind Räder ungleich groß, so heißt das kleinere Getriebe, wobei man wieder Zahngetriebe und Stockgetriebe unterscheidet. Sind nämlich die Getriebzähne ähnlich denen des Rades, so heißt es ein Zahngetriebe; sind dieselben aber kreisförmig cylindrisch geformt, wo sie Stöcke, Zahnstöcke oder Triebstöcke genannt werden, so heißt das Getriebe ein Stockgetriebe, auch Laterne.

Bevor mit der graphischen Construction begonnen wird, muß, wenn einmal das dem Zweck der Räder entsprechende Verhältniß, Zähnezahl und Größe der Theilung bestimmt ist, die Berechnung der Theilkreise und deren Durchmesser das erste seyn. Diese Berechnung ist ganz einfach und folgende:

Man multiplicirt die Theilung mit der Zähnezahl, wodurch man die Größe der Peripherie des Theilkreises erhält, dessen Diameter dann auf die bekannte Weise bestimmt wird, indem man die Peripherie mit 113 multiplicirt, und das erhaltene Product durch 355 dividirt, wo dann der Quotient der Theilkreis-Diameter ist.

Durch nachfolgende graphische Construction kann man, wenn die Größe der Theilung und Anzahl der Zähne bestimmt ist, die Durchmesser der Theilkreise, jedoch versteht sich von selbst, nicht mit der Genauigkeit, wie durch Rechnung, erhalten.

Man trägt nämlich mit einer beliebigen Zirkelöffnung so viele gleiche
Bl. 12. Fig. 12. Theile auf eine gerade Linie **A B**, Blatt 12 Fig. 12, von **A** aus, als ein Rad Zähne bekommen soll, — hier 30 — errichtet aus den Punkten 30 und 22 Senkrechte von unbestimmter Länge, trägt auf die aus 22 errichtete Linie von 22 aus die Größe der Theilung siebenmal und zieht von **A** nach **VII.** eine gerade Linie **A C**, bis sie die aus 30 errichtete Senkrechte in **C** schneidet. Die Länge der Geraden von **C** bis 30 ist nun der Durchmesser eines Rades von 30 Zähnen mit der festgesetzten Theilung. Wollte man den Diameter des Theilkreises eines in dieses Rad greifenden Getriebes wissen, so darf man nur aus der Zahl, die der Zähnezahl desselben entspricht, eine Senkrechte errichten, bis sie von der Linie **A C** geschnitten wird, wo dann wieder die Länge dieser Linie von erwähntem Durchschnitte bis zur entsprechenden Zähneanzahl der Durchmesser ist. Soll z. B. das Getriebe 10 Zähne bekommen, so errichtet man aus 10

die Senkrechte und nimmt ihre Länge 10, d als Diameter des Getriebe-Theilkreises. Bl. 12. Fig. 12.

Cylindrische Räder.

Blatt 13.

§. 107.

Construction eines Stirnrades mit einem Zahngetriebe. Bl. 13.

Blatt 13 Fig. 14.

Das Verhältniß beider Räder sey wie 1 : 2, die Zähnezahl des großen Rades 24, folglich die des kleinen 12; der Radius des Radtheil-Kreises sey A C und der des Getriebes B C, hier also = der Hälfte von A C, so zieht man eine Gerade A B C und beschreibt mit A C aus A als Mittel den Radtheilkreis, und aus B als Mittel den Getriebtheilkreis, so daß sich beide in dem Punkte C berühren. Man theilt nun den Radtheilkreis in die der Zähnezahl entsprechenden Theile, hier 24, theilt einen solchen Theil (Theilung) in vier gleiche Theile, und trägt einen derselben von C auf den Radtheilkreis nach a auf, so gibt a das erste Zahnmittel, von welchem die übrigen c, e, g ꝛc. auf dem ganzen Theilkreis genau eingetheilt werden. Durch alle diese Punkte zieht man Radien von A aus, einstweilen unbestimmt über den Theilkreis hinaus; trägt man ferner den vierten Theil C a einer Theilung von den Zahnmitteln a, c, e, g ꝛc. links und rechts auf dem Theilkreise auf und zieht durch diese Punkte gleichfalls Radien von A aus, so bezeichnen diese die Zahndicke. Die Theilungen a c, c e, e g ꝛc. halbirt und durch die Halbirungspunkte b, d, f ꝛc. wieder Radien von A ausgezogen, gibt die Zwischenraummittel der Zähne. Auf gleiche Weise theilt man nun auch den Getriebtheilkreis in seine der Zähnezahl entsprechenden Theile, — hier in 12, — einen solchen in 4 Theile, und trägt einen dieser letzteren von C auf den Getriebetheilkreis nach a′ als erstes Zahnmittel, von welchem die übrigen c′, e′ ꝛc. genau eingetheilt und Radien von B über den Theilkreis hinausgezogen werden. Jede Theilung a′ c′, c′ e′ halbirt und Radien von B gezogen, gibt in b′, d′ ꝛc. Zwischenraummittel; den vierten Theil C a′ von jedem Zahnmittel a′, c′, e′ ꝛc. links und rechts getragen, und gleichfalls von B Radien gezogen, so bezeichnen letztere die Zahndicke und Größe der Zahnzwischenräume. Die Eintheilung beider Räder bildet die Vorbereitung zur Construction, welche sich hier, wie schon bemerkt, vorzugsweise auf die zweckmäßigste Form der Zähne bezieht, und um so wichtiger ist, als von ihr und der genauen Eintheilung der ruhige und gleichförmige Gang der Räder abhängt. Fig. 14.

Bl. 13. Fig. 14. Unter Form der Zähne begreifen wir zunächst diejenigen Flächen, von denen dieselben in der Richtung der beiden Radachsen begränzt werden, und welche Flächen theils Ebenen, theils Cylinder sind, deren Basen entweder aus Kreisen oder Stücken von den als Vorbereitung aufgeführten Cykloiden bestehen. Zur möglichsten Vereinfachung hat man die Achsen dieser, so wie aller auf diesem Blatte enthaltenen übrigen Räder, senkrecht auf die verticale Tafel angenommen, wo dann die Basen der die Radzähne begränzenden Flächen, die in ihrer geometrischen Größe vorhanden sind, die Contouren bilden. Eine horizontale oder zweite verticale Projection ist deßwegen nicht nöthig, weil wir hier nicht von der Breite der Zähne in der Richtung der Radachse, sondern nur von der Gestalt (Form) in der Richtung der Radien reden.

Die Form eines jeden Zahnes besteht bei diesen Rädern aus 3 Stücken, der Abrundung, der Flanke und der Höhlung. Die Abrundung C h ist ein Stück einer Epicykloide, von welcher der Zahn außerhalb des Theilkreises begränzt wird; die Flanke C o ist ein Stück eines die Zahndicke bestimmenden Halbmessers C A, und die Höhlung o k′ ist ein Stück einer verlängerten Epicykloide, welche die Flanke des einen Zahnes mit der des anderen verbindet, und so den Zahnzwischenraum bildet.

Der tiefste Punkt k′ der Höhlung heißt der Grund. Wir können nun zur Bestimmung der Abrundung der Zähne schreiten und wollen mit der des Rades beginnen. Diese Abrundung C h eines Radzahnes ist, wie schon angeführt, eine Epicykloide, für welche der Radtheilkreis Grundkreis für einen Erzeugungskreis ist, dessen Diameter gleich dem Radius B C des Getriebetheilkreises ist. E ist der Mittelpunkt dieses Erzeugungskreises, durch welchen aus A ein Kreis beschrieben, und von den bereits verlängerten Radien a, b, c, d in den Punkten E, I, II, III, IV, V als Mittelpunkten der zur Construction der Epicykloide C h nöthigen Kreise geschnitten wird. Der Erzeugungskreis, dessen Mittelpunkt E ist, wird von den nach B aus den Theilpunkten a′, b′, c′ ꝛc. gezogenen Radien 1, 2, 3, 4, 5 ꝛc. geschnitten, und es sind diese sogleich Theilpunkte, durch welche aus A Kreise, bis zu den aus E, I, II, III mit E C als Radius gleich bezeichneten Kreisen beschrieben werden, und Punkte für die Epicycloide C h geben, welche mit dem Curven-Lineale vereinigt, das erste Zahnmittel A a in h schneidet, und die ganze Zahnlänge bestimmt. Wird aus dem Radmittel A durch h ein Kreis beschrieben, so schneidet er die beide Mittel A und B verbindende Gerade in k, den Erzeugungskreis der Curve C h aber in i; werden durch i und k aus dem Getriebmittelpunkt B Kreise beschrieben, so schneidet der durch i gehende alle die Zahndicke bestimmenden Radien, welche von hier bis zum Theilkreis die Flanken von der Länge

p′ C bilden; der durch k aus B beschriebene Kreis hingegen schneidet alle Zwischenraum-Mittel b′, d′ ꝛc. und bezeichnet so den Grund oder die Tiefe der Höhlungen. Bl. 15. Fig. 14.

Was bis jetzt in Hinsicht der Radzähne geschehen ist, wird nun auch in Bezug der Getriebezähne vorgenommen.

Man bestimmt nämlich vor allem wieder die Abrundung C h′ der Zähne, welche eine Epicykloide ist, deren Grundkreis der Theilkreis des Getriebes, und deren Erzeugungskreis ein Kreis, dessen Diameter A C gleich dem Radius des Radtheilkreises ist; D ist der Mittelpunkt dieses Erzeugungskreises, durch welchen aus B ein Kreis beschrieben und von den bereits verlängerten Radien in D, I, II, III ꝛc. geschnitten wird, diese sind wieder Mittelpunkte für die zur Construction der Epicykloide C h′ aus D, I, II, III ꝛc. mit dem Radius C D zu beschreibenden Kreise, welche von den aus B, durch die in der Peripherie des Erzeugungskreises liegenden gleich bezeichneten Punkte, beschriebenen Kreisen, Punkte für die Epicykloide C h′ geben, welch letztere das erste Zahnmittel B a′ in h′ schneidet und hiedurch die Zahnlänge bestimmt. Durch h′ aus B einen Kreis beschrieben, gibt in k^2 den tiefsten Eingriffspunkt im Rade, durch welchen aus A ein Kreis beschrieben, alle Zwischenraum-Mittel, wie b, d ꝛc. schneidet, und so die Tiefe der Höhlungen bezeichnet.

Der durch h′ aus B beschriebene, die ganze Getriebzahnlänge bestimmende Kreis schneidet den Erzeugungskreis, dessen Mittel D ist, in i′; wird nun aus A durch diesen Punkt i′ ein Kreis beschrieben, so bestimmt dieser in den zwischen ihm und dem Radtheilkreis befindlichen, die Zahndicke bezeichnenden Radien die Flankenlänge der Radzähne. Es ist zu bemerken, daß diese Flankenlänge o C der Radzähne bei ungleicher Radgröße kleiner ist, als die C p′ der Getriebezähne, und um so kleiner wird, je größer ein Rad im Gegensatz zu dessen Getriebe ist. Ist der Rad-Diameter unendlich groß, so finden, wie wir später sehen werden, gar keine Flanken mehr statt, und nur, wenn die Räder von gleicher Größe sind, werden auch die Flanken beider von gleicher Länge.

Zur Vollendung der Construction sind jetzt noch die Höhlungen beider Räder zu bestimmen. Dieselben sind verlängerte Epicykloiden und werden auf folgende Weise erzeugt: Die Höhlung k′ o des Rades von dem die ganze Getrieb-Zahnlänge bestimmenden Kreise vom Radius B h′ als Erzeugungskreis, wobei der Getriebetheilkreis B wälzender und der Radtheilkreis A Grundkreis ist. Die Construction dieser Curve konnte wegen der vielen, nur Verwirrung bewirkenden Linien nicht gezeichnet werden; vorausgesetzt jedoch, daß selbe gehörig eingeübt wurde, kann sie mit Benützung der vorhandenen Eintheilung der Theilkreise leicht von k′ als ursprünglichem

Bl. 13. Fig. 11. Erzeugungspunkt aus construirt werden, wo sie sich dann mit der nächsten Flanke, welche gemeinsame Tangente der Abrundung und Höhlung ist, in o vereiniget.

Die Höhlung k′ o wird nun mittelst einer eigenen Schablone oder mittelst des Curven-Lineals auch in die übrigen Zahnzwischenräume eingetragen. Die Höhlungen des Getriebes sind, wie schon bemerkt, gleichfalls verlängerte Epicykloiden, deren Erzeugungskreis der die ganze Radzahnlänge bestimmende Kreis vom Radius A h ist; der Wälzungskreis ist der Theilkreis A des Rades, und der Grundkreis der Theilkreis B des Getriebes. Mit Benützung der vorhandenen Eintheilung kann die Curve an einem der Zwischenraum-Mittel h k p′ leicht construirt werden, wo sich dann selbe bei p′ mit der Flanke p′ C, welche wie bei den Radzähnen gemeinsame Tangente der Höhlung und Abrundung ist, vereiniget und in die übrigen Zahnzwischenräume eingetragen wird.

Die Zähne, nach dieser Construction ausgeführt, werden an ihrem Ende h l ganz schneidig, und bloße Praktiker stoßen sich nicht selten an denselben, welche, an diese Schneide nicht gewöhnt, behaupten, selbe würden, sich schnell abnützend, stumpf werden; wenn man jedoch bedenkt, daß die Zähne hier leicht über einander hinweggleitend sich an allen Punkten berühren, so muß, wenn eine Abnützung stattfindet, selbe stets parallel seyn zu den ursprünglichen Begränzungsflächen, wobei die Zähne immer wieder in jene Schneide endigen. Wenn man die Räder älterer Thurmuhren, Wagenwinden oder anderer in der Länge der Zeit oder durch große Belastung starker Abnützung unterworfener Maschinen betrachtet, so findet man, daß die Zähne, wenn gleich ursprünglich ganz stumpf oder rund ausgeführt, sich in Schneiden endigen und eine dieser Construction ähnliche oder gleiche Form annehmen.

Die Zähne, wie h, l und h′, l′ nennt man solche mit vollständigen Abrundungen, zum Unterschiede von denen m, n oder l″, m′, bei welchen die Höhlungen und Abrundungen nur theilweise vorhanden sind; die Zähne, welche an ihrem Ende bei m, n, und wo die Zwischenräume bei d′ und r von Kreiscylindern begränzt werden, deren Achsen A und B die der Räder sind, nennt man abgestumpft. Dieses Abstumpfen der Zähne kann beliebig vorgenommen werden, und man hat hiebei weiter keine Rücksicht, als die, daß, wenn die Zähne des Getriebes, wie z. B. bei l″ um l″ r′ abgestumpft sind, die Höhlungen des Rades wie in r die gehörige Tiefe haben, damit die Zähne mit ihrer Stirne r′ nicht auf den Grund aufgehen (nicht reiten), welches zu verhüten man in der Praxis den Grund bei r bei beiden Rädern immer etwas tiefer macht, als es gerade die Zahnlänge erfordern würde.

Räder mit vollständigen Zähnen, oder nur wenig abgestumpft, sind überall anzuwenden, wo die größte Genauigkeit ihres Ganges und die höchste Gleichförmigkeit der Bewegung erfordert wird; allein in den meisten Fällen, besonders bei den gewöhnlichen größeren Maschinen, würden selbe zu umständlich in ihrer Bearbeitung und daher auch zu kostspielig seyn; deßgleichen ist auch das Material, besonders das Holz nicht geeignet, die Zähne vollständig auszuführen. Unter diesen Umständen läßt man die Höhlungen ganz weg, gibt den Zähnen nur Flanken und Abrundungen und stumpft sie stark ab, wie die Radzähne g, e und den Getriebezahn s'. Das starke Abstumpfen hat jedoch auch seine Gränzen, und sollte stets so angewendet werden, daß der über den Theilkreis hinausragende Theil V s' nie kleiner ist, als die halbe Zahndicke C a'. Bl. 13. Fig. 14.

Hinsichtlich der noch weiter zu beobachtenden Rücksichten über Zahnbreite, Dicke 2c. wird in späteren Blättern bei ganzen Rädern das Weitere folgen.

§. 108.

Construction eines Stirnrades mit Laterne.

Fig. 15.

Man beschreibt den Rad- und Laterntheilkreis so, daß sich wieder beide in C berühren, betrachtet C als Mittel eines ersten Triebstockes, theilt die übrigen b', d' 2c. auf dem Theilkreis der Laterne genau ein und beschreibt mit dem vierten Theile einer ganzen Theilung aus C, b', d' 2c. Kreise, welche die Basen der Triebstöcke sind. C betrachtet man als erstes Mittel eines Zahnzwischenraumes, von welchem man die übrigen b, d, f 2c. auf dem Radtheilkreis genau eintheilt, und aus ihnen mit dem vierten Theile C E einer Theilung Kreise C, b, d 2c. innerhalb der Peripherie des Radtheilkreises beschreibt, welches die Höhlungen sind. Fig. 15.

Man construirt nun von C aus ein Stück C D einer Epicykloide, für welche der Getriebetheilkreis Erzeugender, der Radtheilkreis Grundkreis ist, und zieht in der Entfernung C E des vierten Theiles der Theilung mit C D eine Parallele E h, bis das erste Zahnmittel A a in h geschnitten wird, so ist jetzt diese Parallele E h die Abrundung eines Radzahnes, welche auf die übrigen l, m 2c. mit dem Curvenlineal übergetragen werden kann. Die Zähne werden besonders in Metall entweder ganz schneidig, mit ihren Höhlungen, oder mit diesen in v, w etwas abgestumpft, oder mit Hinweglassung der Höhlungen d, f, wie e g stark abgestumpft aus-

Bl. 13. Fig. 15. geführt. Die Tiefe f q des Grundes ist gleich dem über den Theilkreis vorstehenden Theil g r, welch letzterer, wie bei erster Construction schon angeführt wurde, nicht unter der halben Zahndicke betragen darf. In der Praxis nimmt man q f größer als g r, damit der Triebstock nicht auf dem Grunde reitet.

§. 109.

Construction eines Rades mit inneren Zähnen und dessen Getriebe.

Fig. 16.

Fig. 16. Man beschreibt die beiden Theilkreise, daß sich selbe in C berühren, trägt auf den Radtheilkreis den vierten Theil einer Theilung von C nach a, zieht einen Radius a A als erstes Zahnmittel, theilt von a die übrigen c, e ꝛc. ein, halbirt jede Theilung und trägt den vierten Theil C a einer solchen von jedem Zahnmittel a, c, e ꝛc. auf den Theilkreis des Rades zur linken und rechten Seite auf, und zieht aus allen diesen Punkten Radien nach A. Man theilt nun auch den Getriebetheilkreis in die der Zähnezahl entsprechenden Theile, theilt einen solchen in 4 gleiche Theile und trägt einen Theil von C nach a′ auf den Getriebetheilkreis auf. Man theilt von a′ als erstem Zahnmittel die übrigen c′, e′ ꝛc. auf den Getriebetheilkreis genau ein, halbirt jede Theilung, wodurch die Zwischenraum-Mittel b′, d′ ꝛc. erhalten werden, trägt den vierten Theil C a′ einer Theilung von jedem Zahnmittel a′, c′, e′ ꝛc. links und rechts auf den Getriebetheilkreis auf, und zieht aus allen diesen Punkten Radien nach B. Auf diese Weise wurde jetzt die Eintheilung beider Räder bewerkstelliget, und wir können zur Bestimmung der Abrundung der Zähne schreiten. Die Abrundung der Radzähne ist eine Hypocykloide C h, für welche ein Kreis, dessen Diameter gleich dem Radius des Getriebetheilkreises ist, Erzeugender, der Radtheilkreis aber Grundkreis ist. — D ist der Mittelpunkt des Erzeugungskreises der Curve C h, welche mit Benützung der vorhandenen Eintheilung von C angefangen, gezeichnet wird, bis sie das erste Radzahnmittel a A in h schneidet; durch h aus A einen Kreis beschrieben, schneidet dieser alle Radzahnmittel in l, m ꝛc., deßgleichen den Erzeugungskreis der Abrundungscurve C h in i, und bezeichnet so die Länge der Zähne. Beschreibt man durch i aus B einen Kreis, so schneidet dieser alle die Getriebezahndicke bezeichnenden Radien, deren Länge bis zum Theilkreis die Flanken bilden. Der aus A durch h die Radzahnlänge beschreibende Kreis schneidet den Radius C B A in k; durch k aus B einen Kreis beschrieben schneidet dieser alle Zahnzwischenraum-Mittel b′, d′ ꝛc., und bestimmt so die Tiefe der Höhlungen des Getriebes. Abrundungen der Getriebezähne

finden hier gar nicht statt, sondern es werden selbe von jener kreisförmig-cylindrischen Fläche begränzt, deren Basis der Getriebetheilkreis ist. Eben so finden beim Rade weder Flanken noch Höhlungen statt, sondern es bildet den Grund der Zahnzwischenräume eine hohle cylindrische Fläche, deren Basis der Radtheilkreis ist. Es sind jetzt nur noch die Höhlungen des Getriebes zu bestimmen, welche verlängerte Hypocykloiden sind, deren Erzeugungskreis der die ganze Radzahnlänge bestimmende Kreis, dessen Mittel A, und dessen Radius A k ist; wälzender Kreis ist der Theilkreis des Rades, und Grundkreis der des Getriebes. Die Curve wird nach der in §. 97, Blatt 12, Fig. 6 beschriebenen Art, mittelst der vorhandenen Zahneintheilung construirt und in die sämmtlichen Zwischenräume eingetragen. — Die Zähne können wie bei r nur etwas abgestumpft, und die Höhlungen wie d′ r′ nur theilweise genommen werden, oder man kann, wie bei m, s, e dieselben so stark abstumpfen, daß der über den Theilkreis nach innen vorstehende Theil e, s des Zahnes noch den vierten Theil C a einer ganzen Theilung beträgt, wo dann auch die Höhlungen des Getriebes, wie s′ ganz unterbleiben und nur Flanken stattfinden; den Grund der Zwischenräume aber bildet eine cylindrische Fläche vom Radius B s′, deren Achse in B ist. Bl. 13. Fig. 16.

§. 110.

Rad mit inneren Zähnen und einer Laterne.

Fig. 17.

Man beschreibt beide Theilkreise, daß sie sich in C berühren, welcher Punkt C das erste Triebstockmittel bildet, von wo aus die übrigen b′, d′ ꝛc. auf dem Laternen-Theilkreis eingetheilt, und deren Peripherien mit dem vierten Theile einer ganzen Theilung beschrieben werden. C ist das erste Zwischenraum-Mittel für die Radzähne, deren übrige b, d von hier aus eingetheilt, und aus diesen mit dem vierten Theile C E einer ganzen Theilung außerhalb des Radtheilkreises Halbkreise beschrieben, die Höhlungen geben. Man halbirt jede Theilung C b, b d ꝛc. und zieht von den Halbirungspunkten a, c, e Radien nach A, welche Zahnmittel sind; man construirt ferner eine Hypocykloide C D von C angefangen, deren Erzeugungskreis der Laterntheilkreis, deren Grundkreis aber der Radtheilkreis ist; führt man nun in der Entfernung C E des vierten Theiles einer Theilung eine Parallele E h mit C D, so schneidet diese das nächste Zahnmittel in h, und es ist E h die halbe Abrundung eines Radzahnes, welches auf die übrigen Zahnmittel übergetragen werden kann. Da bei dieser Construction die Zähne in der Regel sehr lang werden, so stumpft man sie, wie bei p, Fig. 17.

Bl. 13. Fig. 17. oder aufs äußerste wie bei r ab, wobei auch, besonders in Holz ausgeführt, die kreisförmigen Höhlungen unterbleiben, und die Zähne, wie r oder p, Flanken in der Richtung der Radtheilkreisradien erhalten. Der Grund der Zwischenräume wird dann, wie bei q, durch eine hohle kreisförmige Cylinderfläche vom Radius A q, deren Achse in A ist, begränzt.

§. 111.

Zahn-Stange mit Getriebe.

Fig. 18.

Fig. 18. Wenn von zwei in einander greifenden Zahnrädern der Durchmesser des Einen unendlich groß ist, so stehen dessen Zähne in einer geraden Linie, und man nennt dieses einen Zahnstock, Zahnstange, auch Kammbaum. Gibt man einer Zahnstange eine Direction, so daß selbe nicht nach der Seite ausweichen kann, so wird, wenn das Rad sich um seine Achse dreht, sich selbe in gerader Linie fortbewegen, oder, wenn umgekehrt der Kammbaum geradlinig fortgeschoben wird, das Rad eine kreisförmige Bewegung erhalten. Man bedient sich dieser Vorrichtung oft, um eine kreisförmig fortschreitende Bewegung in eine geradlinig fortgehende, oder eine geradlinig fortgehende in eine kreisförmig fortgehende zu verwandeln, und wir wollen daher die Zahnconstruction hier beschreiben.

Man zieht eine die Stelle des Theilkreises vertretende Gerade (Theillinie) und beschreibt den Radtheilkreis so, daß er von dieser in dem Punkte C berührt wird; man theilt nun, von C angefangen, den Radtheilkreis in die der Zähnezahl entsprechenden Theile und einen derselben in vier gleiche Theile, trägt dann einen dieser Theile von C auf den Radtheilkreis nach a als erstes Radzahnmittel, von welchem aus die übrigen c, e ꝛc. eingetheilt, die Theilungen a c, c e ꝛc. halbirt und der 4te Theil einer Theilung von jedem Zahnmittel a, c, e ꝛc. links und rechts aufgetragen, durch alle Punkte Radien aus A gezogen, die Zahn- und Zwischenraum-Mittel, sowie die die Zahndicke bezeichnenden Flanken geben. Von C wird nun auch der vierte Theil einer Theilung nach a′ getragen, und von hier, als dem ersten Zahnmittel der Stange, die übrigen c′ ꝛc., so viel deren nämlich vorhanden sind, eingetheilt. Hiebei ist wohl zu bemerken, daß man nicht eine Theilung vom Radtheilkreis, als Sehne gemessen, sondern die Theilung nach dem bei der Berechnung zu Grunde gelegten Maßstabe entnehmen und von a′ auf die Theillinie auftragen muß, wodurch man die Zahnmittel a′, c′ ꝛc. erhält, welche halbirt die Zwischenraum-Mittel b′ ꝛc. geben. Von jedem Zahnmittel wird nun der 4te Theil C a′ der Theilung links und rechts auf die

Theillinie aufgetragen, und jetzt durch alle Punkte Perpendikel auf dieselbe gezogen. Man bestimmt nun die Abrundung der Zähne für die Stange, welche eine gemeine Cykloide C h′ ist, für welche ein Kreis, dessen Diameter C A gleich dem Radius des Radtheilkreises, Erzeugungskreis, und die Theilungslinie, Grundlinie ist. Die Cykloide C h′ wird von C als dem Anfangspunkte mit Benützung der gemachten Eintheilung E, I, II, III 2c. construirt, und schneidet das erste Zahnmittel a′ in h′; eine Parallele zur Theillinie durch h′ bestimmt die Länge aller Stangzähne, schneidet die Gerade C A in k, und den Erzeugungskreis in i, durch welche beide Punkte k und i aus A Kreise beschrieben, der durch i die Flankenlänge der Radzähne, der durch k die Tiefe der Höhlungen bestimmt. Die Abrundung C h der Radzähne ist eine Kreis-Evolvente, für welche der Theilkreis Evolute ist, und welche von C als deren Anfangspunkt mit Benützung der Theilkreiseintheilung construirt, in h das erste Zahnmittel schneidet, wo dann ein aus A durch h beschriebener Kreis die Länge aller Radzähne, sowie eine in k′ an diesen Kreis gezogene Tangente die Tiefe aller Stanghöhlungen bezeichnet. Die Höhlungen der Radzähne sind verlängerte Kreisevolventen, für welche wieder der Radtheilkreis Evolute, und der die Tiefe der Höhlungen bezeichnende Perpendikel C k jener ist, den man sich mit der die Evolvente erzeugenden Tangente herumgedreht denkt. Die Höhlungen der Stange sind verlängerte gemeine Cykloiden, für welche der die ganze Radzahnlänge bezeichnende Kreis, vom Radius A h, Erzeugender, der Radtheilkreis Grundkreis und die Theillinie der Stange Grundlinie ist, und welche nach den früheren Anleitungen leicht construirt und an die ihr zugehörige Stelle eingetragen werden kann. — Auch hier können die Zähne, wie s′ und r entweder nur etwas stumpf, und die Höhlungen r′, s nur zum Theil gemacht werden, oder man gebraucht die Zähne, wie o n, nach der angeführten Norm aufs äußerste abgestumpft, läßt die Höhlungen ganz aus und nimmt nur Flanken. Bl. 13. Fig. 18.

§. 112.

Zahnstock mit Laterne.

Fig. 19.

Nachdem man den Theilkreis beschrieben und die Theillinie tangirend an selben gezogen hat, theilt man von dem Berührungspunkte C die Triebstockmittel b′, d auf dem Radtheilkreise, dann die Höhlungsmittel C b 2c. auf der Theillinie ein, und beschreibt mit dem vierten Theile der Theilung aus C, b′, d′ 2c. die Basen der Triebstöcke, sowie aus C, b 2c. Fig. 19.

Bl. 13. Fig. 19. die der Höhlungen, halbirt auf der Theillinie die Theilungen c, b ꝛc. und errichtet aus den Halbirungspunkten a, c ꝛc. Perpendikel auf die Theillinie als Zahnmittel. Man construirt nun von C angefangen ein Stück einer gemeinen Cykloide C D, für welche der Radtheilkreis Erzeugender und die Theillinie Grundlinie ist, führt in der Entfernung C E des vierten Theiles einer Theilung mit C D eine Parallele E h, bis das erste Zahnmittel in h geschnitten wird, so ist dieß die Abrundung der Stangzähne, welche auf die übrigen Zahnmittel übergetragen wird. Die Zähne fallen auch hier meistens sehr lang aus, wo man sie dann entweder wie bei v nur wenig, oder wie bei r aufs äußerste abgestumpft anwendet, in welch' letzterem Falle dann auch die Höhlungen ausbleiben. Die Flanken sind Tangenten an die Abrundungen und stehen senkrecht auf der Theillinie. Der Grund wird bei q parallel zu dieser von einer Ebene begränzt.

§. 113.

Daumen für Hammerwerke.

Fig. 20.

In das Gebiet der Verzahnungen rechnen wir außer den Rädern noch alle Maschinentheile, welche einander eine drehende oder geradlinig fortschreitende Bewegung mittheilen, und worunter wir zunächst die Daumen für Hammer- und Pochwerke und die excentrischen Scheiben betrachten wollen. Daumen, Däumlinge, Wellfüße sind einzelne Zähne, Kämme, welche auf einer Cylinderfläche (der Welle) über diese vorragend befestigt sind, und gleich den Zähnen der Zahnstangen, sobald die Welle eine drehende Bewegung erhält, Maschinentheile, welche so gegen sie angelegt werden, daß sie sich nach irgend einer Richtung bewegen können, emporheben, fortschieben oder drehen.

Fig. 20. Fig. 20 ist die Construction der Daumen für Hammerwerke, welche wir zunächst betrachten wollen. — A ist der Mittelpunkt der Welle, A C der Radius des Theilkreises für die Daumen i, l, m ꝛc., deren Anzahl, hier 6, als bekannt vorausgesetzt wird. Die Gerade i B D bezeichnet den Hammerstiel in seiner höchsten, C E B in seiner niedrigsten Lage. Durch die Kugel F ist das nach abwärts gehende Gewicht des Hammers ausgedrückt; B ist der Punkt, um welchen sich der Hammerstiel dreht; man soll die Abrundung der auf dem Theilkreise eingetheilten Daumen bestimmen.

Die Construction ist hier ganz dieselbe, wie bei den Stirnrädern Fig. 14. — Beschreibt man nämlich aus B mit B C als Radius einen Kreis, so vertritt dieser die Stelle des Theilkreises des zweiten Rades; man wälzt nun einen Kreis, dessen Diameter B C gleich dem Radius

dieses zweiten Theilkreises, auf dem Daumentheilkreise C l m als Grund- Bl. 15. Fig. 20.
kreis und zeichnet eine Epicykloide C h, bis sie von dem aus A durch den Punkt i beschriebenen Kreise geschnitten wird, so ist diese die Abrundung der Daumen. Damit der Hammer sogleich fällt, wenn er den höchsten Punkt erreicht hat, so gestaltet man die Daumen bei i k nach einem Stück des Kreises i k C.

§. 114.

Daumen für Pochwerke.

Fig. 21. Fig. 21.

Der Poch- und Stampfwerke bedient man sich vielfältig, um Gegenstände zu zerkleinern, in Pulver zu zerdrücken, oder wenn selbe nachgiebig sind, zu zerquetschen oder durch einander zu reiben. Die Einrichtung eines Stampfwerkes ist im allgemeinen folgende: An einer Welle A Fig. 21 befinden sich mehrere Daumen D C, welche, indem sie unter die Hebelatte F greifen, den Stämpfer (Schießer) E, der sich zwischen Scheidelatten (Leitungen) G, H nur in senkrechter Richtung bewegen kann, auf eine der Daumenlänge entsprechende Höhe (Hub) B C heben; sobald der Stämpfer E den höchsten Punkt C des Hubes erreicht hat, verlassen die Daumen in C die Hebelatte F, und der Stämpfer fällt durch seine eigene Schwere in die sogenannte Grube und bearbeitet hiedurch, da dieses immer wiederholt wird, die in die Grube gebrachten Gegenstände.

Stämpfer werden gewöhnlich mehrere in einer Reihe, nach der Länge der Wellen angeordnet, von denen dann jeder 2—3, selten mehr als 4 Mal, bei einem Wellumgange gehoben wird. Die Daumen werden auf der Welloberfläche so eingetheilt, daß nicht alle Stämpfer gleichzeitig, sondern nur allmählich gehoben werden. Für jeden einzelnen Stämpfer werden die Daumen ihrer Zahl nach wie die Radzähne auf dem zugehörigen Theilkreise eingetheilt, dessen Größe durch Multiplication der Daumenzahl mit der Hubhöhe B C erhalten wird. Hat man den Radius des Theilkreises auf die bekannte Weise gefunden, so kann man, damit die Stämpfer beim Leergehen mit ihrer Hebelatte F nicht auf die Daumen auffallen und Zeit zum Fallen gewinnen, den Radius noch $\frac{1}{12}$ der ganzen Hubhöhe B C größer machen. Man beschreibt nun den Theilkreis B D und zieht an ihn in B eine senkrechte Tangente B C, deren Länge gleich der Höhe des Hubes B C gemacht wird, theilt diese in eine beliebige Anzahl gleicher Theile B, 1, 2, 3 — C, deren Anzahl und Größe man von B auf den Theilkreis B D in B, I, II, III — VIII aufträgt, und zeichnet mit Benützung dieser Eintheilung von D aus eine Kreisevolvente D C, deren Evolute der Theilkreis ist, und die nun Abrundungscurve der Daumen

Bl. 13. Fig. 21. ist. Von D aus wird der Daumen von einer beliebigen Curve noch nach innen, von C gegen 7 aber, damit der Stämpfer, wenn er den höchsten Punkt erreicht hat, sogleich fällt, nach der senkrechten Geraden C B begränzt.

§. 115.
Excentrische herzförmige Scheibe.
Fig. 22.

Fig. 22. Zur Verwandlung einer Kreisbewegung in eine geradlinig wiederkehrende mit gleich- oder ungleichförmiger Geschwindigkeit, bedient man sich, besonders wo der Widerstand nicht zu beträchtlich und die Geschwindigkeit nicht groß ist, der excentrischen Scheiben.

Fig. 22 ist die symmetrische, herzförmige Scheibe, durch welche ein Punkt B in gerader Richtung B D gleichförmig erhoben wird und ebenso wieder bis zu B herabsinkt. — In Verlängerung der Linie D B wird A als Mittelpunkt beliebig angenommen, wobei nur zu bemerken ist, daß es besser ist, D A größer zu machen, indem dann der Winkel bei D auch größer wird.

Man beschreibt durch D aus A einen Kreis, theilt jede Hälfte desselben in eine beliebige Anzahl Theile 1, 2, 3—8 und zieht Radien nach A. Die ganze Hubhöhe B D wird, von B angefangen, in die nämliche Anzahl Theile, I, II, III—VIII eingetheilt, und durch alle Punkte aus A Kreise bis zu den mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien beschrieben, wodurch man die Punkte a, b, c bis h als solche, welche im Umfange der Scheibe liegen, erhält.

Zur Verminderung der Reibung gebraucht man statt eines in den zu verschiebenden Maschinentheil bei B befestigten Stiftes, Rollen (Frictions-Rollen), wobei denn auch die Begränzung eine andere wird.

Wäre z. B. B E Radius einer solchen Frictions-Rolle, so wird die Begränzung der Scheibe eine, mit den ersten a, b, c, e, h in der Entfernung des Radius B E der Rolle gezogenen Parallelen E H G.

§. 116.
Doppelte, excentrische symmetrische Scheibe.
Fig. 23.

Fig. 23. Durch die im vorigen §. beschriebene Herzscheibe wird der Punkt B beständig gleichförmig bewegt, auch geht die Abwechslung der Richtung immer mit derselben Geschwindigkeit vor sich; allein dieselbe eignet sich keineswegs für solche Fälle, wo der Widerstand und die Geschwindigkeit beträchtlich sind, indem sonst durch den schnellen Wechsel der Richtung Stöße erzeugt werden, welche nachtheilig auf eine Maschine wirken können. In solchen Fällen leistet man lieber auf die Gleichförmigkeit Verzicht und

gebraucht nachfolgende Construction, durch welche der Punkt B nach einer Bl. 13. Fig. 23.
Geraden B D ungleichförmig so bewegt wird, daß seine Geschwindigkeit vom Anfangspunkte B beim Aufsteigen bis zum höchsten Punkte D in demselben gegebenen Verhältnisse zunimmt, wie sie beim Niedersinken abnimmt.

A sey der Mittelpunkt der Achse, B der niedrigste und D der höchste Hubpunkt; man beschreibt aus A durch D einen Kreis, dessen jede Hälfte in eine beliebige Anzahl gleicher Theile D, 1, 2, 3 — 8 eingetheilt wird, von welchen man Radien nach A zieht. Mit der halben Hubhöhe B C als Radius beschreibt man aus C einen Halbkreis, welchen man in die gleiche Anzahl Theile D, g, f — B eintheilt, in welche der durch D von A beschriebene größte Halbkreis eingetheilt wurde. Von g, f, e — a fällt man Perpendikel auf D B, wodurch die Punkte I, II, III — VIII erhalten werden, durch welche man aus A Kreise bis zu den mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien zieht, wodurch in i k l — q Punkte erhalten werden, welche im Umfange der die Scheibe begränzenden Curve liegen.

§. 117.

Doppelte, excentrische symmetrische Scheibe. Bl. 14.

Blatt 14, Fig. 24.

Fig. 24 ist eine doppelte, symmetrische excentrische Scheibe, Fig. 24.
welche den Punkt C, der einen Kreisbogen C D beschreiben soll, gleichförmig bewegt. Hat man den Bogen C D in gleiche Theile 1, 2, 3—8 getheilt, so läßt man durch selbe Kreislinien gehen, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt A ist. Man theile ferner den Kreis, welcher durch M, den Mittelpunkt des Bogens C D, geht, in die doppelte Anzahl gleicher Theile, setze die eine Zirkelspitze in I ein und schneide durch einen Kreisbogen, dessen Radius C M ist, die Kreislinie des Radius A 1 in a; ebenso schneide man in b die, deren Radius A 2 ꝛc. ꝛc. Die so erhaltenen Punkte a, b, c, d bestimmen die verlangte Curve, welche die Eigenschaft hat, dem Punkte C eine gleichförmige Bewegung mitzutheilen.

§. 118.

Doppelte, excentrische symmetrische Scheibe.

Fig. 25.

Fig. 25 ist eine doppelte, excentrische symmetrische Scheibe mit Fig. 25.
gleichförmiger geradliniger Bewegung und mit Ruhepunkten an den dem Rotationspunkte nächsten und fernsten Punkten.

Bei der Zeichnung dieser Figur, deren Construction hinreichend angezeigt und dieselbe, wie die der vorhergehenden ist, hat man

Bl. 14. Fig. 25. sich vorgesetzt, während einer Viertelumdrehung der Achse den beweglichen Punkt C stillstehend zu machen, ihn während des 2ten Viertels der Umdrehung eine gegebene Linie C D mittelst der Scheibe durchlaufen zu lassen, ihn neuerdings während des 3ten Viertels unbeweglich zu machen, und ihn endlich nach der ganzen Umdrehung mittelst des dem Theile G F gleichen und symmetrischen Theiles H E auf seine erste Lage zu bringen.

Conische Räder.

§. 119.

Construction conischer Räder.

Fig. 26—38.

Es wurde bereits am Anfange dieser Abtheilung bemerkt, daß, wenn man Kämme statt auf Seitenflächen von Cylindern auf solche von Kegeln anbringt, man diese Räder conische, Kegel- oder Winkelräder nennt, welch letztere Benennung daher rührt, weil die Achsen dieser Räder nicht mehr, wie bei den cylindrischen, parallel sind, sondern gehörig verlängert sich an einem Punkte schneiden, der dann Scheitel des Winkels ist, unter welchem sich die Achsen zu einander neigen, und nebstdem den gemeinsamen Mittelpunkt oder die Spitze von zwei gezeichneten, im Eingriff befindlichen Kegelrädern bilden, wo die ebenfalls conisch gebildeten Zähne sowohl in Bezug ihrer Dicke als Höhe in Null übergehen, wenn man sich selbe bis dahin fortgesetzt denkt.

Der Neigungswinkel beider Radachsen, in der Folge Achsenwinkel kurzweg genannt, bestimmt sich aus der Lage einer ersten Welle, von welcher die Bewegung ausgeht, und der Richtung, nach welcher dieselbe fortgepflanzt werden muß, und ist der bequemern Anordnung der Räder wegen, so wie der Wellen und ihrer Lager, gewöhnlich ein rechter, kann jedoch ebensowohl ein spitzer als stumpfer Winkel von beliebiger Größe seyn, wobei nur zu bemerken ist, daß es rathsam seyn dürfte, den stumpfen Winkel nicht über 130° zu nehmen, indem sonst die Räder in ihrer praktischen Ausführung umständlicher werden und, schon im allgemeinen strenge Genauigkeit erheischend, hier die höchste Präcision zur unerläßlichen Bedingung machen.

Um dem Anfänger vorläufig einen Begriff über die Anordnung der Fig. 26 bis 28. conischen Räder zu geben, hat man auf Blatt 14 in Fig. 26, 27 und 28 die verticalen Projectionen von Kegeln zusammengestellt, wie selbe rechtwinklig in Fig. 26, stumpfwinklig in Fig. 27 und spitzwinklig in Fig. 28 eingreifen.

A M ist die Achse des einen Rades A; B M ist die Achse des anderen Rades B; M ist der gemeinsame Mittelpunkt beider Kegel oder der Scheitel der beiden Achsen; C M ist die gemeinsame Kegelkante, oder jene Linie, nach welcher sich beide Kegel berühren. Bl. 14. Fig. 30. und 31.

Nachdem jedes der Räder auf seiner Achse senkrecht stehen muß, und die Zähne gegen den gemeinsamen Mittelpunkt M hin, wie schon bemerkt, allmählich kleiner werden, so ist wohl einleuchtend, daß diese Räder nie gleich den cylindrischen in einer Ebene, wie in Fig. 29 gebraucht werden können, wie es ein in großem Rufe stehender Autor in einem seiner vor noch nicht langer Zeit im Drucke erschienenen Werke angeführt hat.

Wir wollen nun zur Construction selbst übergehen und wählen hiefür den am öftesten vorkommenden Fall, wo die Räder unter rechtem Winkel eingreifen und mit Zähnen versehen sind. Als bekannt muß vorausgesetzt werden: Größe der Theilung, Verhältniß der Räder zu einander, welches hier wie 1 : 2 angenommen wurde, und Zähnezahl: hier fürs Rad 24, und 12 für's Getriebe.

Die zur Erklärung nöthigen Projectionen befinden sich auf Blatt 14, Fig. 30—38, und es ist Fig. 30 u. 31 Hauptvertical-Projection des kleinen und großen Rades im Eingriffe und von jedem ein Theil durchschnitten. — Fig. 32 ist zweite verticale Projection der einen Hälfte des großen Rades mit Hinweglassung einiger Zähne, um größere Deutlichkeit zu erzielen. — Fig. 33 ist horizontale Projection des einen Quadranten vom kleinern Rade. — Fig. 34, 35, 36 und 37 sind Lehren der Stirnflächen der Zähne für's Rad und das Getriebe in ihrer geometrischen Form und Größe. — Fig. 38 ist die Ueebereckprojection einer Chablone aus Eisenblech zur Ausarbeitung der Zähne, wie sie der Verfasser bei den von ihm in Holz und Gußeisen praktisch ausgeführten Rädern gebraucht. Fig. 30 bis 38.

Es sey also bekannt der Theilkreisradius A′ C′, Fig. 32, des großen Rades; nun zieht man an beliebiger Stelle eine Gerade A′ M G und beschreibt aus einem in ihr liegenden Punkte A′ die Theilkreisperipherie C′ P′ D′, theilt sie in die der Zähnezahl entsprechenden Theile a′, c′, e′, g′ u. s. f., und betrachtet diese als Zahnmittel, halbirt nun jede Theilung, wodurch man die Zwischenraum-Mittel b′, d′, f′ ꝛc. bekömmt, trägt den vierten Theil einer ganzen Theilung von jedem Zahnmitel a′, c′ ꝛc. ꝛc. zur linken und rechten Seite auf den Theilkreis auf und zieht von diesen Punkten Radien nach A′, welche die Flanken der Zähne bilden. Einen in der Geraden A′ M G liegenden Punkt M betrachtet man als Scheitel des gegebenen Achsenwinkels v M w, dessen einen Schenkel die Gerade M G bildet und verticale Projection der Radachse ist, und trägt den Winkel v M w, hier 90°, auf, wodurch man den

Bl. 14. Fig. 30 bis 33. andern Schenkel M H als verticale Projection der Getriebachse erhält, aus deren einem beliebigen Punkte B′, Fig. 33, man mit dem bekannten Radius B′ C″ des Getriebetheilkreises diesen beschreibt, die Zahnzwischenraum-Mittel eintheilt und Flankenradien zieht, wie beim großen Rade.

Senkrecht auf die Radachse M G wird nun in Fig. 31 an den Getriebetheilkreis eine Tangente C C″ D, welche verticale Projection des Radtheilkreises ist, und ebenso in Fig. 32 an den Radtheilkreis C′ P′ D′ eine Tangente C′ E B C gezogen, welche die verticale Projection des Getriebetheilkreises bildet. — Diese beiden schneiden sich an einem Punkte C als dem gemeinsamen Berührungspunkte beider Theilkreise, und man trägt nun in Fig. 30 von B als Projection des Mittelpunktes des Getriebetheilkreises B C auf die entgegengesetzte Seite nach E, dann in Fig. 31 von A als Projection des Radtheilkreis-Mittelpunktes A C auch nach abwärts, wodurch man D erhält, und zieht aus C, E und D nach dem Scheitel M des Achsenwinkels Gerade, so bilden diese C M, E M die Kanten des für das Getriebe zu verzahnenden Grundkegels, dessen verticale Projection die Basis C B E ist; ebenso sind C M, D M Kanten für den Grundkegel des Rades, dessen Basis C A D ist. C M ist gemeinsame Berührungskante beider Kegel, auf welche man nun aus C einen Perpendikel C F G errichtet und so weit verlängert, bis die Radachse M G, Fig. 31, in G und die Getriebachse M H, Fig. 30, in H geschnitten wird; man zieht in Fig. 30 von H eine Gerade nach E in Fig. 31, von G eine solche nach D, und es bilden jetzt G D A C G und E H C B E neue Kegel, von welchen der, dessen Spitze H ist, das Getriebe, jener aber, dessen Spitze G ist, das Rad nach außen begränzt.

Die conischen Außenbegränzungen der Räder wären, strenge genommen, nicht nothwendig; allein ohne sie würden die Zähne in dem Falle, wo der Winkel ein stumpfer ist, wie in Fig. 27 bei C ersichtlich, oder auch wenn der Unterschied der Radgröße bedeutend ist, die des einen Rades sehr spitz und daher dem Zerbrechen leichter ausgesetzt; auch sehen die Räder ohne diese conische Außenbegränzung bei weitem nicht so solid und schön aus als mit ihr.

Wir können nun zur Bestimmung der Gestalt der Zähne schreiten, wobei ganz dieselben Regeln gelten, welche wir bei der Construction cylindrischer Räder aufgestellt haben, nur mit dem einzigen Unterschiede, daß die Abrundungscurven nicht mehr solche von einfacher Krümmung, sondern windschiefe Curven, und zwar sphärische Epicykloiden sind, welche entstehen, wenn sich ein Kreis auf einem anderen nicht in gleicher Ebene mit ihm befindlichen Kreise wälzt. Da jedoch diese Curven theils umständ-

licher als die gewöhnlichen Cykloiden zu construiren sind, theils auch die doppelte Krümmung des zur Begränzung der Abrundung eines Zahnes nöthigen Curvenstückes so unbedeutend ist, daß man selbe füglich außer Acht lassen kann, so begnügt man sich mit einer Verfahrungsweise, welche der Theorie so nahe kommt, daß man in der Ausführung keinen Unterschied mehr wahrnimmt und wovon sich der Verfasser, der conische Räder sowohl nach der von der Theorie vorgeschriebenen, als auch nach der folgenden Annäherungsmethode mehrfältig im Großen ausführte, vielfach überzeugt hat. Bl. 14. Fig. 30 bis 34.

Die Zähne der conischen Räder bestehen wie die der cylindrischen aus den Abrundungen, Flanken und Höhlungen, jedoch läßt man hier die Höhlungen, welche Umständlichkeit in ihrer Ausführung haben, durchgehends weg und stumpft die Zähne in den meisten Fällen so stark ab, daß sie über den Theilkreis nur mehr um $^1/_4$ der ganzen Theilung vorstehen.

Obenbemerktes Verfahren, die Gestalt der Zähne näherungsweise zu bestimmen, besteht nun darin: man stellt sich vor, als bewegen sich die Räder nicht in zwei verschiedenen Ebenen, sondern in einer. — Zu diesem Behufe betrachtet man G in Fig. 31 als Mittelpunkt eines Kreises, dessen Radius G C ist, und welchen man aus G beschreibt; ebenso betrachtet man H Fig. 30 als Mittelpunkt eines Kreises, dessen Radius H C ist, und welchen man aus H beschreibt. Diese beiden Kreise C K und C L, welche sich in C berühren, betrachtet man nun als Theilkreise, welche sich beide in gleicher Ebene befinden, und verfährt nun bei Bestimmung der Abrundung wie bei den cylindrischen Rädern, nämlich: für die Abrundung des Rades nimmt man den vierten Theil c′ P′ einer Theilung aus Fig. 32, trägt selbe in Fig. 31 von C auf den Kreis C K auf und zieht durch den so erhaltenen Punkt P aus G einen Radius; man zeichnet ferner eine Epicykloide C 1 2 h″, indem man einen Kreis C O H, dessen Diameter C H und dessen Mittelpunkt I ist, als Erzeugenden auf dem Grundkreis C K wälzt, bis der Radius G P von der erzeugten Curve in h″ geschnitten wird, und es ist jetzt C 1 2 h″ die halbe Abrundung eines Zahnes, h″ dessen Spitze, wenn er seine ganze Länge erhalten würde. — Zum Behufe der praktischen Ausführung des Rades zeichnet man sich eine Chablone für die ganze Stirne des Zahnes, indem man Fig. 34 aus G einen Radius G P^3 zieht, die halbe Zahnbreite P C aus Fig. 30 von P^3 in Fig. 34 zur linken und rechten Seite aufträgt und von den Punkten U^3 und C^3 Radien nach G zieht, welche die Flanken des Zahnes sind. Die Abrundungscurve wird entweder mit einem Curvenlineal oder dadurch übergetragen, daß man aus G mehrere Kreise zwischen P^3 und

Bl. 14. Fig. 30 bis 34. h^3 beschreibt, welche auch zugleich für die später zu erklärende ganze Zeichnung des Rades dienen, und i^3 1 und k^3 2 denen aus Fig. 30 i''1 und k'' 2 gleich macht, und die Punkte C^3 1 2 und h^3 miteinander vereinigt. Durch den Kreis k^3, k'' II wurde der Zahn abgestumpft, und seine Länge P^3 T^3 innerhalb des Theilkreises oder vielmehr Grundkegels ist gleich seinen über diesen vorragenden Theilen P^3 k^3.

Auf gleiche Weise verfährt man bei den Getriebezähnen. Man trägt nämlich aus Fig. 33 die halbe Zahndicke e' E^4 in Fig. 31 von C auf dem den Theilkreis vertretenden Kreise C L bei P auf und zieht den Radius H l''. Man zeichnet nun eine Epicykloide C, 1, 2, l'', indem man den Kreis C N, dessen Diameter C G und dessen Mittelpunkt F ist, als Erzeugenden auf dem Kreise C L als Grundkreis wälzt, bis der Radius H l'' von der Curve in l'' geschnitten wird, was die Zahnspitze bildet. Die Curve wird auf gleiche Weise nach Fig. 35 übergetragen, wie wir schon beim Rade beschrieben haben und wodurch man die Chablone der Stirnfläche eines ganzen Getriebezahnes erhält.

Die Länge des abgestumpften Zahnes R^3 m^3 ist gleich dem P^3 k^3 aus Fig. 34; ebenso die Länge innerhalb des Grundkegels R^3 T^3 gleich dem P^3 k^3 in Fig. 34.

Bis hieher haben wir die Gestalt der Zähne des Rades bestimmt, wie selbe beschaffen seyn muß auf der äußern das Rad begränzenden Kegelfläche, deren Spitze G ist, ebenso die der Getriebezähne auf der Kegelfläche, deren Spitze H ist; es bleibt uns jetzt nur noch die Ermittelung der untern Zähneform in ihrer geometrischen Größe, und die Herstellung der Projection beider Räder übrig.

Gehen wir wieder auf Fig. 30 und 31 über und ziehen wir von den Punkten Q C I II und h an, welche die aus G durch T^3 P^3 i^3 k^3 und h^3 Fig. 34 beschriebenen Kreise die Außenkegelkante H, C, F, G Fig. 30 und 31 schneidet, senkrechte Gerade auf die Radachse M G als verticale Projectionen, von auf der ihre Spitze in G habenden Kegelfläche befindlichen Parallelkreisen, deren entsprechende zweite verticale Projectionen man erhält, wenn man von Q, C, I, II, h Parallele zur Radachse M A' bis zu der aus A' Fig. 32 errichteten Senkrechten zieht, und durch die Durchschnittspunkte h', II', I', C', Q' der errichteten Parallelen und der Senkrechten aus A' Kreise beschreibt. Man trägt nun aus Fig. 34 die Sehnen i^3 1, k^3 2 von jedem Zahnmittel in Fig. 32 auf die zugehörigen, durch die gleichen Zeichen h', II', I' &c. bezeichneten Kreise links und rechts auf, und erhält Punkte h^5, 2, 1, P', deren Vereinigung die Projection der Abrundungscurven gibt. Führt man nun von diesen Punkten Parallele zur Achse A' M G bis in Fig. 31 die gleich bezeichneten Projectionen der Parallel-

kreise Q, C, I, II und h, wie hier in P^4, 1, 2 und h^6, getroffen werden, Bl. 14. Fig. 30
so sind auch dieses wieder Punkte, deren Vereinigung die erste verticale bis 35.
Projection der Abrundungscurven gibt. Die sämmtlichen Flanken der Zähne wie U^4 und P^4 schneiden sich in der Kegelspitze G. Auf gleiche Weise verfährt man beim Getriebe Fig. 30, indem man von den Punkten l, II, I, E und S Senkrechte auf die Achse M A′ fällt, welches wieder verticale Projectionen von Parallelkreisen sind, welche sich auf der Kegelfläche, deren Spitze H ist, befinden, und deren horizontale Projection man erhält, indem man an l, II, I, E und S Senkrechte bis zu einer durch B′ Fig. 33 gezogenen horizontalen Geraden fällt, und durch die Begegnungspunkte E′, I′, II′, l′, aus B′ Kreise beschreibt. Man entnimmt nun aus Fig. 35 die Sehnen n^3 1, m^3 2 und trägt sie in Fig. 33 auf die gleichen Kreise von jedem Zahnmittel links und rechts auf, so erhält man Punkte, wie E^4, 1, 2, l^4, deren Vereinigung die horizontale Projection der Abrundungscurve des Getriebes gibt.

Die beiden Räder sind, wie schon bemerkt, gleichfalls Kegel, welche ihre gemeinsamen Spitzen in M haben; die größte Zahnlänge fürs Rad Fig. 31 ist nun offenbar auf der äußern Kegelkante H G von Q bis h, wenn die Zähne ihre ganze Länge erhalten würden; da wir sie aber schon abgestumpft haben, so ist die ganze Zahnlänge von Q angefangen bis II, und ziehen wir neue Linien von Q und II nach M, so sind diese wieder die Kegelkanten des einzelnen Zahnes in ihrer äußersten Länge, und schließen so den Zahn gleichsam ein; es bedarf jedoch noch, da man die Zähne nie bis an die Spitze M gehen läßt, einer neuen Begränzung, für welche man wieder eine, mit der äußeren conischen Begränzungsfläche, deren Spitze G ist, parallel gehende neue conische Fläche wählt.

Man trägt nun die Zahnbreite, welche selten unter 2 Zahntheilungen enthält, von C auf die gemeinsame Eingriffslinie C M nach C″, fällt von hier aus auf C M einen Perpendikel, bis er die Radachse in G′, die Getriebachse aber in H′ schneidet, so sind jetzt H′ und G′ die Spitzen dieser neuen inneren Begränzungskegel, und wir haben jetzt zunächst die auf diesen inneren Begränzungen sich befindlichen neuen Stirnflächen der Zähne beider Räder zu bestimmen, was ganz auf ähnliche Weise geschieht, wie bei denen auf der äußeren Begränzungsfläche.

Man betrachtet nämlich G′ als Mittelpunkt des stellvertretenden Theilkreises C″ K′ vom Radius G′ C″ des Rades und H′ als Mittelpunkt desjenigen C″ L′ fürs Getriebe vom Radius H′ C″; ebenso beschreibt man aus F′ als Mittelpunkt mit F′ C″ als Radius den Kreis G′ N′ und aus I′ mit dem Radius C″ I′ den Kreis C″ O′, welche Kreise dann Grund- und Erzeugungskreise für die neuen epicykloidischen

Bl. 14. Fig. 30 bis 36. Begränzungscurven der Zähne sind. — In Fig. 31 von C eine Gerade nach M schneidet H′ G′ in C″, von hier eine Perpendiculäre auf die Achse M G gibt die verticale Projection eines neuen Theilkreises, dessen zweite verticale Projection in Fig. 32 erhalten wird, indem man von C′, eine Parallele zur großen Radachse A′ M G bis zu der aus A′ Fig. 32 errichteten Senkrechten C^5 zieht und durch C^5 aus A′ einen Kreis beschreibt. Auf diesem wird nun von jedem Zahnmittel die halbe Zahndicke abgenommen, von C″ in Fig. 31 auf den Kreis C″ K′ aufgetragen, durch den so erhaltenen Punkt ein Radius gezogen und nun die Epicykloide auf die Weise construirt, wie die erste bei C h″. Auf gleiche Weise wird beim Getriebe Fig. 30 verfahren; man zieht von E eine Gerade nach M, fällt, wo diese H′ l″ in E″ schneidet, einen Perpendikel bis zu E^3 Fig. 33, und beschreibt durch E^3 den zweiten Theilkreis, auf welchem nun von jedem Zahnmittel die halbe Zahnbreite abgenommen, von C″ Fig. 30 auf den Kreis C″ L′ aufgetragen, aus H′ ein Radius durch den aufgetragenen Punkt gezogen und nun die Epicykloide construirt werden kann wie die erste C l″.

Man kann jedoch das Construiren dieser beiden Epicykloiden auf folgende Weise umgehen: zieht man nämlich von Q, C, I, II und h Fig. 31 Gerade nach M, so schneiden diese die innere Kegelkante H′ G′ in Q″, C″, I″, II″, h^7; diese Punkte nun auf die bekannte Weise nach Fig. 32 projicirt, Parallelkreise aus A′ beschrieben, und von den Fig. 32 bereits erhaltenen Punkten der Projection der äußern Abrundungscure h^5, 2, i, P′ Radien nach A′ bis zu den zugehörigen so eben beschriebenen Kreisen gezogen, geben Punkte für die Projection der inneren Abrundungs-Curve. Von diesen Punkten Parallele zur Achse A′ M bis zu der, in der ersten verticalen Projection Fig. 31 von Q″ C″, I″, II″ und h^7 auf die Achse M G senkrecht gezogenen ersten verticalen Projection der Parallelkreise, geben wieder Punkte für diese Projection der Abrundungscurve, welch' letztere Punkte man auch schon erhalten hätte, wenn man in Fig. 31 aus den Punkten P^4, 1, 2, h^6 der äußern Projection der Abrundungscurve Gerade nach M als dem gemeinsamen Mittelpunkte beider Radkegel bis zu den aus Q″, C″, I″, II″, h^7 ausgehenden Parallel-Kreisen gezogen hätte.

Man kann nun auch die wahre Größe der inneren Stirnfläche eines Radzahnes Fig. 36 dadurch bestimmen, daß man aus G′ Fig. 31 als Mittelpunkt durch Q″, C″, I″, II″, h^7 Kreise beschreibt, durch welche die Zahnlänge bestimmt wird, aus G′ einen Radius G′ h^8 zieht, von welchem aus man nun auf die gleichen Kreise die aus Fig. 32 entnommenen Sehnen der innern Abrundung aufträgt, wodurch in Fig. 36 die Punkte

Q, C^7, 1, 2, h^8 als solche in der Contur des Zahnes liegend, erhalten werden, deren Vereinigung die ganze Chablone geben. Bl. 14. Fig. 30 bis 38.

Das Projiciren der Getriebezähne, sowie die Bestimmung der Chablone für die innere Stirnfläche und das Projiciren der übrigen Zähne des großen Rades, glaubt der Verfasser dem denkenden Anfänger um so mehr überlassen zu können, als hiebei die genaue und deutliche Zeichnung Anhaltspunkte genug darbietet.

Rücksichtlich der Zeichnung haben wir nur noch zu bemerken, daß der Deutlichkeit halber in Fig. 31 und Fig. 32 oben ein Theil der Zähne ausgelassen worden ist; und auch im Getriebe in Fig. 30 aus diesem Grunde nur ein Zahn dargestellt wurde. Auch hat man sich in Fig. 31 das Rad am obersten Zahne, so wie in Fig. 30 das Getriebe in der Mitte durchschnitten gedacht, und es bedeutet der schraffirte Theil V Z Q'' Q Fig. 31 die Kranzdicke des Rades, ebenso W X S'' S Fig. 30 die des Getriebes, worüber wir so wie über das Verhältniß der Zähne rc. später noch das Nöthige erörtern werden.

In Fig. 38 ist die Ueberecksprojection einer Chablone von Eisenblech zum Anreißen der Zähne für das große Rad gezeichnet, wie wir uns bei Ausführung der Räder im Großen bedienen.

Der obere Theil der Stirnfläche ist ganz gleich mit Figur 34, der untere mit Fig. 36; die Abstumpfungsfläche kann aus den zwei verticalen Projectionen Fig. 32 und aus Fig. 31 herausgetragen werden. Das Ganze bildet eine Kappe, welche man beim Gebrauche nur über die bereits nach ihrer gehörigen Breite ausgearbeiteten Zähne schieben oder stecken und darnach vorreißen kann, um dann dem Zahne seine weitere Vollendung geben zu können. — Daß man, wenn die Räder nicht gleich groß sind, auch für die Getriebezähne eine eigene Chablone haben muß, versteht sich von selbst.

Bei der Construction hölzerner Räder werden wir später noch einen Fall betrachten, wobei eine Laterne mit conischen Triebstöcken angewendet wird.

Kronräder.

§. 120.

Zahnconstruction für Kronräder.

Fig. 39 und 40.

Die Kronräder, seit frühester Zeit im Gebrauche, haben vor Erfindung der conischen Räder deren Stelle vertreten, und werden noch häufig, der Einfachheit ihrer Construction halber, zur rechtwinkligen Fortpflanzung einer Bewegung angewendet. Sie unterscheiden sich von den cylindrischen vorzüglich darin, daß, während bei diesen die Zähne in der Richtung der Ra-

dien auf den Seitenflächen der Cylinder sich befinden, sie bei den Kronrädern in der Richtung der Cylinderachse oder senkrecht auf deren Basis angebracht werden. — Das eingreifende andere Rad ist dann gewöhnlich eine mit cylindrischen, auch manchmal mit conischen Triebstöcken versehene Laterne; im letztern Falle gehören dieselben jedoch zu den conischen Rädern, von denen wir später einen Fall unserer Betrachtung unterziehen werden. — Zunächst wollen wir die Zahnconstruction für Kronräder vornehmen. Als bekannt müssen wir voraussetzen: das Verhältniß beider Räder, Größe der Theilung und Zähnezahl.

Bl. 14. Fig. 39 und 40. Es sey Blatt 14, Fig. 39 und 40, D c E, und D′ c′ E′ Theilkreis des Rades, für dessen verticale Projection A der Mittelpunkt, L′ c′ M′ Theilkreis der Laterne und so beschrieben ist, daß sich beide in c′ berühren; a, c, d, e, f seyen Zahnmittel, und g′, h′, i′, k′ Triebstockmittel, deren Peripherien mit dem vierten Theile einer Theilung beschrieben werden. Ebenso wird auch in Fig. 39 der vierte Theil einer Theilung von jedem Zahnmittel aus auf den Theilkreis zur linken und rechten Seite aufgetragen, wodurch man bei dem mittleren Zahne F die Punkte H K erhält, von welchen man einerseits Radien nach A zieht, die über den Theilkreis gegen A r noch unbestimmt verlängert werden; andererseits fällt man von H und K Senkrechte auf die horizontale Projection des Theilkreises D′ c′ E′. Man theilt nun eine Theilung des Rades in 14 gleiche Theile, von denen man 11 Theile den Kämmen zur Breite F G gibt, und zwar so, daß c F gleich c G wird. — Durch F und G werden Perpendikel auf die Mittellinie F G A gefällt, welche die durch H und K gezogenen Radien in t und r, und die von H und K zur Mittellinie parallel gezogenen Geraden in n und m schneiden; man trägt nun einen der 14 Theile der Theilung von r nach s und von t nach u, dann von m nach o und von n nach p, sucht nun den Mittelpunkt R eines Kreises, in welchem die Punkte s K o, so wie den Mittelpunkt Q eines Kreises, in welchem u H p liegen, und beschreibt diese Kreisbögen als äußerste Begränzung des Zahnes F. — In der horizontalen Projection des Theilkreises D′ E′ trägt man von c′ die halbe Theilung nach C′ und zeichnet von hier aus eine gemeine Cykloide C′ m′, mit welcher nun parallel in der Entfernung eines Triebstockradius die eigentliche Begränzungscurve gezogen wird. Zieht man an die beiden Triebstockkreise g′, h′ eine Tangente a′ d′, so schneidet sie die so eben erhaltene, und bereits auch auf die entgegengesetzte Seite übergetragene Abrundungscurve in v′ und w′, und bestimmt so die Zahnlänge. — Projicirt man nun v′, w′ vertical nach v, w und beschreibt auch durch sie aus den Mittelpunkten Q, R Kreisbögen, so bestimmen diese die Abrundung des Zahnes an seiner Vorderseite. Die oberen Punkte x und z werden nun

horizontal nach x' und z' projicirt, und von ihnen aus Parallele mit l K' gezogen. Die Flanken H' K', dann sämmtliche Zähne, stehen senkrecht auf D' E'. Bl. 14. Fig. 39 und 40.

Durch die Mittelpunkte Q und R der den Zahn F begränzenden Kreisbögen kann man aus A einen Kreis beschreiben, auf dem dann alle Mittelpunkte der die Zähne begränzenden Bögen sich befinden. Die Projection der übrigen Zähne ist aus der Zeichnung klar, und wir haben nur noch beizufügen, daß, wollte man für die horizontale Projection der Abrundungscurve der Zähne mehrere Punkte erhalten, man nur außerhalb D' E' sich die Zähne mit einer oder mehreren Hülfsebenen parallel zum Theilkreis D' E' abgeschnitten denken darf, wobei der mittlere Kamm O' an der innern Curve in I' und II' geschnitten wird, deren verticale Projetion I, II ist. Man nimmt nun die Entfernung F I und trägt selbe an jedem Kamm-Mittel links und rechts auf die oberste Begränzungslinie, wie beim Zahn V nach I'' und II'', fällt von diesen Punkten Perpendikel bis zur Spur S' T' der angenommenen Ebene, so sind die Punkte II^3 und I^3 solche, welche in der Projectionscurve liegen. Das nämliche Verfahren kann auch angewendet werden, um Punkte für die bei D' befindliche untere Begränzungscurve zu erhalten.

W X, W' X' ist der Radkranz, in welchem die Kämme, — N' O' P' ist die Scheibe, in welcher die Triebstöcke befestiget werden. — Das Weitere hierüber bei der Construction hölzerner Räder.

Materielle Räder.

Blatt 15—21.

§. 121.

Gußeiserne Räder.

Da wir bis hieher die verschiedenen Gattungen Zahnräder in Hinsicht der Eintheilung und Form ihrer Zähne kennen gelernt haben, so können wir sie jetzt auch in materieller Hinsicht unserer Betrachtung unterziehen.

Die Räder werden aus Holz, Metall, oder aus beiden Materialien zugleich ausgeführt, in welch' letzterem Falle wir sie gemischte Räder nennen. Metallene Räder sind den hölzernen stets vorzuziehen, weil sie, bei größerer Stärke ein kleineres Volumen einnehmend, ursprünglich schon weit genauer ausgeführt werden können, dem Einflusse der Atmosphäre weniger unterworfen sind, und eine längere Dauer als die hölzernen gewähren. Bei all dem werden noch vielfältig Räder aus Holz gemacht, weßwegen wir sie auch, jedoch erst später, in allen ihren Details

kennen lernen, uns aber zunächst mit den metallenen Rädern befassen wollen.

Unter den Metallen eignet sich das Eisen, besonders Gußeisen seiner Wohlfeilheit und Dauerhaftigkeit halber, am besten zu Zahnrädern, und kommt auch jetzt bei der größern Vollkommenheit der deutschen Gießereien stets mehr und mehr in Anwendung. Bei kleinern gußeisernen Rädern, deren Diameter unter 6′ beträgt, sind die Zähne, der Kranz, die Arme (Speichen) und die Nabe (Haus oder Gehäuse) fast immer aus einem Stücke; bei größern aber von 8′ — 10′ Diameter sind öfters der Kranz mit seinen Kämmen, dann die Nabe und die Arme besondere Stücke, oder es besteht der Kranz auch aus mehrern andern einzelnen Stücken (Felgen), an welche die Kämme angegossen sind, und die mittelst der Arme mit der Nabe gewöhnlich durch Schrauben aus Schmiedeisen so verbunden sind, als ob Alles aus einem Stücke wäre. Räder, deren Zahndicke nur 1/4″ oder noch darunter beträgt, werden massiv gegossen, rein abgedreht und die Oeffnungen zur Aufnahme der Achsen (Wellen) gewöhnlich cylindrisch oder conisch gebohrt und ebenfalls ausgedreht, worauf dann die Zahnlücken mittelst eigener Maschinen ausgeschnitten werden, und die Zähne ihre weitere Vollendung erhalten. Auf diese Weise bearbeitet, erhalten die Räder jedenfalls die größtmögliche Genauigkeit; allein diese Art der Ausführung würde bei größern Rädern viel Zeit in Anspruch nehmen, und daher auch sehr kostspielig seyn; deßhalb schneidet man auch die Zähne für gewöhnlich nur bei solchen Rädern ein, wo sich ein Stück oft wiederholt, und wobei dessen Theilung so klein ist, daß die Zähne durch den Guß nicht mehr jene Gleichheit und Reinheit erlangen, welche durch das Einschneiden erzielt wird.

Für alle Räder, deren Zähne nicht eingeschnitten werden, müssen Modelle, für kleinere und sich oft wiederholende Räder am besten aus Messing, für größere aber aus Holz, genau und so hergestellt werden, daß dieselben — auf den Gießereien gewöhnlich in Sand geformt, — nach dem Gusse sowohl in Hinsicht der Größe des berechneten Theilkreis-Diameters als der richtigen Eintheilung und Form der Zähne vollkommen entsprechend sind.

Das Modelliren sowohl anderer Maschinentheile, als besonders der Räder, ist von hoher Wichtigkeit, und verdient um so mehr besondere Beachtung, als durch genaue und zweckmäßige Modelle das Formen erleichtert wird, und was besonders zu berücksichtigen ist, das kostspielige Ueber- oder Nacharbeiten (Ciseliren) der Gußstücke gänzlich oder doch größtentheils wegfällt. Um aber zweckmäßig modelliren zu können, ist vor allem nothwendig, sich durch Anschauung und eigene Handanlegung an Ort und Stelle einer Gießerei Kenntnisse im Formen und Gießen, so wie besonders

über das Schwinden des Metalls, was beinahe bei jeder Gießerei anders ist, zu verschaffen. Wer diese Kenntnisse zu erwerben nicht Gelegenheit gehabt hat, der thut besser, statt der Modelle vollständig cotirte Zeichnungen auf die Gießereien zu schicken und die Modelle dort herstellen zu lassen.

§. 122.

Gußeiserne cylindrische Räder.

Blatt 15. Fig. 41 — 63.

Auf Blatt 15 sind 8 Räder kleinerer Gattung dargestellt, von denen jedes im Ganzen gegossen werden kann. Fig. 41 ist erste verticale, Fig. 42 horizontale Projection und Fig. 43 Durchschnitt eines geraden oder vollen Rades mit einer wagrechten Ebene Q R, wobei Nabe und Kranz einander so nahe stehen, daß für Arme oder Speichen kein Platz mehr bleibt. Um jedoch das Gewicht des Rades zu verringern und ihm eine etwas gefälligere Form zu geben, wurde der Raum zwischen der Nabe und dem Kranze auf beiden Seiten, wie im Durchschnitte Fig. 43 bei a' b' ersichtlich, ausgehöhlt. Die Kranz- oder Zahnbreite c' d' wird selten unter 2 Theilungen genommen, und beträgt in manchen Fällen $2\frac{1}{2}$ selbst 3 Theilungen. Die Breite oder Länge e' f' der Nabe wird nie unter der Zahnbreite c' d', in den meisten Fällen aber darüber, und zwar zu $2\frac{1}{2}$— 3 Theilungen, in besonderen Fällen auch noch stärker, genommen. Bl. 15. Fig. 41. bis 43.

Die Lage des Rades ist die verticale und so beantragt, daß selbes auf seiner schmiedeisernen horizontal liegenden Welle in der Verlängerung außerhalb eines Zapfenlagers, jedoch diesem möglichst nahe, placirt wird. Die Welle muß an der Stelle, an welcher das Rad darüber gesteckt wird, genau cylindrisch oder nur etwas conisch gedreht, und ebenso das Loch g f in der Nabe, dieser entsprechend, ausgebohrt oder gedreht werden. Die Verbindung des Rades und der Welle wird dadurch erreicht, daß man bei h auf die Fuge zwischen Nabe und Welle ein Loch h, h' k' in der Richtung der Wellachse so einbohrt, daß ein Theil h desselben in die Nabe und der andere in die Welle trifft. In dieses Loch treibt man dann einen abgedrehten, genau passenden cylindrischen Stift aus Schmiedeisen, dessen Diameter $\frac{1}{4}$ der Theilung beträgt, fest ein. — Diese Befestigungsweise ist eine der solidesten und einfachsten, und kann sowohl bei kleinen, als mittelmäßig großen Rädern angewendet werden.

Hinsichtlich der Zeichnung dieses, so wie der nachfolgenden Räder ist zu bemerken, daß der Anfang zwar immer mit der Eintheilung der Zähne auf dem Theilkreise in der ersten, oder Hauptprojection Fig. 41 gemacht wird;

Bl. 15. die übrigen Projectionen aber stets wo möglich gleichzeitig hergestellt werden müssen. Die Abrundungen der Zähne müssen bei der praktischen Ausführung stets nach den gegebenen Regeln construirt werden, können jedoch
Fig. 41 bis 43. hier in der Zeichnung Kreisbögen seyn, deren Mittelpunkte l, m Fig. 41 die Zwischenraum-Mittel sind. — So, wie früher, hat man auch hier alle durchschnitten gedachten Flächen durch Schraffuren angedeutet.

Fig. 44 und 45. Fig. 44 ist verticale Projection, 45 Durchschnitt eines durchbrochenen Getriebes mit einer wagrechten Ebene Q R, wobei durch Ausparung (Durchbrechen) bei a, b, c, d Oeffnungen zwischen dem Kranze und der quadratischen Nabe entstehen, so daß beide nur an den Ecken letzterer in Verbindung stehen, wodurch, wie beim vorigen, einigermaßen Leichtigkeit der Form und des Gewichtes erzielt wird. Dieses Getriebe wurde in wagrechter Lage gebraucht und mittelst flacher schmiedeiserner Keile auf seiner viereckigen gußeisernen Königswelle befestiget (aufgekeilt).

Fig. 46 und 47. Fig. 46 und 47 stellen ein Getriebe von der kleinsten Gattung, von dem Verfasser bei einer Schleifmühle angewendet, dar. In der quadratischen Oeffnung zur Aufnahme der schmiedeisernen Achse befinden sich Schlitze a, b, c und d, in welchen genau eingepaßte schmiedeiserne Keile, stumpf auf den 4 Seiten der viereckigen Welle aufliegend, diese mit dem Getriebe verbinden.

Fig. 48 bis 50. Fig. 48 ist verticale, Fig. 49 horizontale Projection und Fig. 50 Durchschnitt mit einer Ebene Q R eines vom Verfasser bei einem Cylinder-Gebläse angewandten verticalen Getriebes, wobei, wie in Fig. 43, der Raum zwischen Nabe und Kranz bei a′, b′ zu beiden Seiten ausgehöhlt, außerdem aber noch mit 4 elliptischen Oeffnungen g, h, i, k durchbrochen ist, wodurch bei e, b, f, c 4 Arme oder Speichen gebildet werden, die, auf beiden Seiten durch Rippen c, e, b, f gehörig verstärkt, gegen das Abreißen beim Erkalten des Gusses gesichert sind.

Hinsichtlich der Oeffnung zur Aufnahme der schmiedeisernen Achse und der Befestigung des Rades mit ihr gilt, was wir beim Vorigen Fig. 46 angeführt haben.

Fig. 51 bis 53. Fig. 51 ist horizontale Projection und Fig. 52 Durchschnitt mit einer verticalen Ebene Q′ R′ eines wagrechten Rades mit 3 Armen, welche, um deren Abreißen beim Erkalten des Gusses zu verhindern, zu beiden Seiten mit Rippen verstärkt sind, wodurch das Rad auch ein gefälligeres Ansehen gewinnt. Zur größeren Deutlichkeit hat man sich den Arm c′ d′ mittelst einer verticalen Ebene, o p, o′ p′, durchschnitten gedacht, und das hiedurch

entstandene Profil in Fig. 53 dargestellt, wo c d der Arm, e und f aber die Rippen sind. Bl. 15.

Räder von größerem Durchmesser erhalten 4, öfters 6, bei noch größerem Durchmesser 8 und noch mehr Arme. In Fig. 54 ist ein Rad mit 6 Armen dargestellt, wobei 54 erste, 55 zweite verticale Projection und 56 Durchschnitt mit einer verticalen Ebene Q R ist. Fig. 54 bis 57.

Die Kranzdicke a b Fig. 54 beträgt bei solchen Rädern gewöhnlich $^3/_4$ der ganzen Zahndicke auf dem Theilkreise gemessen. Die Arme sind auf beiden Seiten durch Rippen verstärkt, wodurch selbe bei schwächerer Haltung dennoch mehr Steifheit erlangen, und besonders gegen das Abreißen beim Erkalten des Gusses geschützt sind. Die Dicke g h dieser Rippen ist gleich der halben Zahndicke.

Fig. 57 ist das Profil eines mittelst der Ebene o p, o′ p′ durchschnittenen Armes, wobei e i f der Arm nach seiner Breite an der durchschnittenen Stelle ist, c d aber die Rippen sind. Die Armdicke e i wird meistens gleich $^1/_3$ einer ganzen Theilung genommen. Die Nabe, deren Größe sich nach der Stärke der Welle richtet, welche letztere hier aus Gußeisen beantragt wurde, ist vollkommen cylindrisch ausgebohrt und mit 3 Nuthen k, l, m versehen, welche zur Aufnahme schmiedeiserner Schlußkeile bestimmt sind, womit das Rad auf der Welle befestiget wird.

Fig. 58—63 ist ein Rad und Getriebe mit etwas kleinerer Theilung und 6 Armen, welches als Muster einer zweckmäßigen Construction aufgestellt werden kann. Fig. 58 und 59 sind erste verticale, Fig. 60 und 61 horizontale Projectionen, wobei man sich die Räder theilweise mittelst einer wagrechten Ebene Q R durchschnitten gedacht hat; Fig. 62 ist Profil des Radarms, Fig. 63 des Getriebearmes, bei o p, o′ p′ durchschnitten. Die Dicke s t des Radkranzes, zum bessern Ausziehen aus dem Sande, gegen die Mitte hin schräg anlaufend, beträgt $^2/_3$ der Zahndicke; der Kranz ist in der Mitte durch eine Rippe verstärkt, deren Breite v w in der Richtung der Radien gleichfalls $^2/_3$ der Zahndicke beträgt. Die Dicke dieser Rippe ist gleich der Armdicke. Beim Getriebe Fig. 59 und 61 werden diese Dimensionen etwas schwächer genommen. Die auf beiden Seiten an die Arme angesetzten Rippen sind, so wie die Naben, zum Behufe des besseren Ausziehens aus dem Formsande gleichfalls zu beiden Seiten abgeschrägt. Beide Naben, vollkommen cylindrisch ausgebohrt, sind jede mit einer Nuth a und b versehen, die — in gleicher Größe in der schmiedeisernen Welle enthalten — zur Aufnahme der die Räder mit ihrer Welle verbindenden schmiedeisernen Schlußkeile dienen. Fig. 58 bis 63.

§. 123.

Größere gußeiserne und gemischte cylindrische Räder.

Blatt 16. Fig. 64—78.

Bl. 16. Wenn Räder, aus Gußeisen gefertigt, über 3′ Diameter bekommen, so macht man sie, besonders wenn die Zähne sogleich angegossen werden, schon meist nicht mehr aus Einem, sondern aus mehreren Stücken. Dieses geschieht deßwegen, weil das Formen größerer Stücke schwieriger und umständlicher ist, und die hölzernen Modelle sich leichter verziehen; ferner wächst auch bei größeren Rädern die Schwierigkeit in der Bestimmung der Dimensionen der einzelnen Theile, um gleichmäßiges Einziehen beim Erkalten zu erzielen und nach diesem die berechnete genaue Größe zu erhalten. Auch sind die größeren Räder dem Zerbrechen weit mehr ausgesetzt als die kleineren, was besonders in Folge der Spannung geschieht, welche durch ungleiches Schwinden beim Erkalten herbeigeführt wird.

Auf Blatt 16 sind 5 Räder größerer Gattung dargestellt, deren Beschreibung wir jetzt vornehmen wollen. Fig. 64 bis 66. Fig. 64—66 ist ein aus 8 durch Schrauben mit einander verbundenen Theilen bestehendes Rad, welches in dem Kupfer-Walzwerke des Hrn. Hofkupferschmied Schaller in München, seit mehreren Jahren gehend, ausgeführt ist.

Fig. 64 ist erste verticale Projection, Fig. 65 ein Stück einer zweiten verticalen Projection des Kranzes, und Fig. 66 ist horizontale Projection, wenn man sich das Rad mittelst der wagrechten Ebene **O P** durchschnitten denkt. Die Nabe und der Kranz sind aus Gußeisen, und jedes aus einem Stücke, die Arme aber aus Schmiedeisen. Der Kranz ist an seiner inneren Fläche, wie aus Fig. 64 und 66 ersichtlich, durch eine Rippe verstärkt, welche an jeder Stelle g **h**, wo ein Arm hinkömmt, nach innen noch etwas vorspringt, um 4 Schrauben a, b und c, d, c′, d′, mittelst welcher der Arm in Scheerform an den Kranz befestiget wird, aufzunehmen. An der Nabe ist, wie aus Fig. 66 bei e′, f′ ersichtlich, für jeden Arm eine nach außen vorspringende Rippe angegossen, welche in den Arm, wie beim Kranze, eingescheert ist, und von zwei Schrauben e′, f,′ festgehalten wird. — Dieses Rad greift in ein Getriebe, mit cylindrischen schmiedeisernen Triebstöcken versehen, welche in zwei gußeisernen Scheiben befestiget sind, ein, und geht ziemlich gut.

Fig. 67 bis 70. Fig. 67—70 ist ein Rad von besonderer, aber äußerst complicirter Construction; dasselbe ist von dem vor mehreren Jahren von dem Hammer-

schmiedmeister Herrn Köstner in der Vorstadt Au bei München erbauten Bl. 16.
Eisen-Walzwerke. Fig. 67 ist, wie beim vorigen, erste verticale Projection, Fig. 67 bis 70.
Fig. 68 eine zweite verticale Projection eines Stückes des Zahnkranzes, und Fig. 69 ist horizontale Projection, wobei man sich das Rad in der Mitte mittelst einer wagrechten Ebene durchschnitten gedacht hat; Fig. 70 ist verticale Projection eines mittelst der Ebene Q R durchschnitten gedachten Armes. Dieses Rad ist aus Gußeisen, mit 8 Armen versehen und besteht zunächst aus 4, auf der Mitte der Arme genau zusammengepaßten und durch Schrauben a a′, b b′, und c, d aneinander befestigten Stücken, welche die Nabe, die 8 Arme und den Kranz enthalten, auf welch letzterem dann aber der eigentliche Zahnkranz, aus kleinen, immer nur 6 Zähne enthaltenden Segmenten bestehend, mit versetzten Schrauben i i′, k k′, l l′, m m′ ꝛc. festgehalten wird. Das Rad ist auf eine viereckige, schmiedeiserne, mit einem starken scheibenförmigen Ansatze o′ p′ versehene Welle aufgesteckt und durch 4 Schrauben e, f, g, h, g′, h′ an diesen Ansatz o′ p′ befestiget. Außerdem wird die Nabe durch einen im handwarmen Zustande an sie angelegten schmiedeisernen Ring s t, s′ t′ fest zusammengehalten. — Dieses Rad ist, wie im Eingange schon bemerkt, zwar sehr complicirt und kommt daher auch theuer; allein es gewährt den Vortheil, daß man, wenn ein Zahn bricht, nicht das ganze Rad, sondern nur ein Segment zu verwerfen braucht, welches schnell durch ein vorräthiges ersetzt werden kann.

Fig. 71 ist ein mit hölzernen Kämmen versehenes, vom Verfasser bei Fig. 71 und 72.
einer Schleif- und Polir-Mühle, dann bei einem Cylinder-Gebläse ausgeführtes gußeisernes Rad. Fig. 71 ist erste verticale Projection, theilweise mit einer senkrechten Ebene durchschnitten gedacht, mit herausgenommenen Kämmen. Fig. 72 ist horizontale Projection, auf der linken Seite mit einer wagrechten Ebene durchschnitten, und theils mit den eingesetzten, theils mit herausgenommenen Kämmen dargestellt. Dieses Rad besteht aus zwei Theilen, nämlich dem Kranz mit den 6 angegossenen Armen und der Nabe mit angegossenen Scheeren zur Aufnahme der Arme, welche in letzterem mittelst Schrauben festgehalten werden. Die Kämme, aus gut ausgetrocknetem Weißbuchenholz, werden zuerst in die in dem Kranze befindlichen prismatischen Löcher gut eingepaßt und fest eingetrieben, so daß selbe an der innern Kranz-Peripherie noch um $1\frac{1}{2}''$—$2''$ überstehen, und die Kämme befestigt, indem man durch jeden Kammstiel zunächst der inneren Kranzfläche ein Loch d, e, f, ꝛc. von $\frac{1}{4}''$—$\frac{1}{2}''$ Diameter bohrt und in dieses einen cylindrischen Bolzen aus Schmiedeisen fest eintreibt. Dieses ist die älteste, einfachste und gewöhnlichste Befestigung der Kämme mit dem Kranz. Verfasser bedient sich jedoch seit mehreren Jah-

Bl. 16. Fig. 71 und 72. ren schon einer zwar etwas kostspieligeren, aber weit dauerhafteren und besseren Verbindung, deren Zweckmäßigkeit sich vielfach bewährt hat und daher auch von Mechanikern vielfältig angeeignet worden ist. Diese Befestigung besteht nämlich aus hölzernen Schlußkeilen g, h, i, ꝛc., welche zwischen die Kammstiele schräg eingesetzt und fest eingetrieben werden und nach innen gleichsam einen ganzen Kranz bilden, durch welchen das Rad größere Steifheit erhält. Die Länge dieser Schlußkeile ist gleich der Kranzbreite, und man läßt sie am Anfange lieber noch über den Kranz auf der Seite, wo sie eingeschlagen werden, vorstehen, um sie beim Schwinden noch nachtreiben zu können.

Sind die Kämme, deren Köpfe man noch breiter und besonders dicker läßt, als selbe ursprünglich bestimmt wurden, in den Kranz befestigt, so wird der Theilkreis auf sie aufgerissen und auf diesem die Kammmittel eingetheilt, von diesen die zugehörige Dicke links und rechts angestochen und Länge, Dicke und Abrundung gewöhnlich mittelst einer aus Eisenblech gefertigten Lehre aufgerissen, die Kämme und Keile in dem Kranz zugemerkt und herausgeschlagen, wo dann jeder Kamm erst seine Vollendung erhält, und dann an seiner zugehörigen Stelle wieder fest eingetrieben und befestigt wird.

Räder, welche auf hölzerne Wellen, wie dieses, aufgesteckt werden, erhalten mit diesen ihre Verbindung und Befestigung durch Aufkeilen. Man macht nämlich das Gehäuse, welches im vorliegenden Falle sechseckig ist, aber auch mehreckig oder bei gehörig großem Diameter auch cylindrisch seyn kann, so groß, daß an jeder Seite zwischen der Welle ein Raum von $\frac{3}{4}''$—$1''$ bleibt, welcher dann mit gegen einander getriebenen flachen Keilen aus Buchen- oder Eichenholz ausgefüllt wird, wobei strenge darauf gesehen werden muß, daß das Rad nach dem aufgerissenen Theilkreise sowohl, als an seinen Seitenflächen genau rund läuft. Wenn das Rad mittelst der hölzernen Keile schon gehörige Festigkeit auf der Welle erlangt hat, so treibt man, um diese noch zu erhöhen, auch noch flache eiserne Keile zwischen die hölzernen in gleichen Zwischenräumen ein.

Fig. 73 bis 75. Fig. 73—75 ist ein in einer Kunstmühle in Frankreich ausgeführtes, mit hölzernen Zähnen versehenes Rad mit 8 Armen, welches mittelst der Schlußkeile a, b, c auf eine schmiedeiserne Welle aufgezogen, in horizontaler Lage 4 Mahlgänge treibt. Fig. 73 ist wieder erste verticale Projection, Fig. 74 zweite verticale Projection eines Kranzstückes, Fig. 75 aber eine verticale Projection, wobei der Kranz mittelst der Ebene OP, der übrige

Theil des Rades aber mit einer durch die Mitte gehenden senkrechten Bl. 16.
Ebene durchschnitten gedacht ist. Die Kämme sind durch Stifte a' b' ꝛc. Fig. 73 bis 75.
aus Schmiedeisen befestigt. Dieses Rad ist bei einem Diameter von mehr als 7' aus einem Stücke gegossen, und es sind die Dimensionen seiner einzelnen Theile keineswegs unverhältnißmäßig stark; ein Zeichen, daß die französischen Eisengießereien Tüchtiges zu leisten im Stande sind.

Fig. 76—78 ist ein vom Verfasser für die Röckenschuß Tuchmanufac- Fig. 76 bis 78.
tur in München construirtes Rad mit 8 hölzernen Armen und hölzernen Kämmen, eisernem Zahn-Kranze aus 8 Felgen bestehend und eisernem Gehäuse. Fig. 76 ist wieder erste verticale Projection, 77 ein Stück des Zahn-Kranzes und 78 zweite verticale Projection mit einer senkrechten Ebene **O P** durchschnitten gedacht. Da dieses Rad an einen Platz der hölzernen Welle zu stehen kam, wo man mit einem ganzen Gehäuse nicht über die Welle hätte fahren können, so mußte jede Scheibe desselben aus zwei Stücken gemacht werden, welche wieder durch zwei neue Scheiben a b c, durch Schrauben f, h, i, ꝛc. auf die erste befestigt, und durch welche Schrauben, so wie durch andere e, g, k ꝛc. die Arme, in den zwischen den beiden die Nabe (Gehäuse) bildenden Scheiben, in Fig. 78 ersichtlich, festgehalten werden. An jeder Felge sind zwei Lappen l m, n o angegossen, welche mittelst 3 Schrauben und mit dem zwischen sie eingelegten Arm aus Eichenholz befestigt werden. Dieses Rad ist auf die Welle, welche durch den punktirten Kreis angedeutet ist, rund aufgesteckt, und wird auf diese Weise, wie bei Fig. 71 beschrieben, durch hölzerne und eiserne Keile befestigt.

§. 124.

Verzahnte hölzerne Räder.

Die verzahnten hölzernen Räder sind, wie wir schon angeführt haben, den metallenen hinsichtlich ihrer größeren Massen, ihrer beständigen Veränderung, welche durch den Einfluß der Atmosphäre herbeigeführt wird, dann ihrer geringeren Dauer, weit untergeordnet; haben jedoch vor jenen das voraus, daß ihre erste Anschaffung wohlfeiler kömmt, weßwegen sie bei uns noch so häufig angewendet werden. Ist es aber der Fall, daß sich ein Rad öfters wiederholt, wozu das Modell nur einmal herzustellen nothwendig ist, und berücksichtigt man außerdem die größere Stabilität

und längere Dauer, so kommen gußeiserne Räder stets wohlfeiler als hölzerne.

Die hölzernen Räder unterscheiden sich in ihrer Construction von den metallenen darin, daß, während bei diesen, wie wir gesehen haben, besonders wenn sie noch von mittlerer Größe sind, Arme, Kranz und Zähne aus einem Stücke sind, bei den hölzernen Kranz und Arme nur bei der kleinsten Gattung ein einziges Stück bilden, meistens aus mehreren Stücken zusammengesetzt sind, die Kämme aber stets eigens in den Kranz eingesetzt werden müssen.

Die verzahnten hölzernen Räder wurden früher eingetheilt: in Stirnräder, in Kammräder und in Getriebe. Unter Stirnrädern hat man jene verstanden, deren Zähne in der Richtung der Räder nach außen über den Theilkreis stehen; Kammräder nannte man jene Räder, deren Zähne parallel mit der Radachse, also senkrecht auf der Seitenfläche des Rades stehen; Getriebe wurden alle Räder kleinerer Gattung genannt.

Wir wollen nachfolgende Eintheilung, die uns mehrentheils schon aus der Construction metallener Räder bekannt ist, feststellen:

Kammräder im allgemeinen; hierunter verstehen wir alle verzahnten größeren Räder;

Getriebe, alle Räder kleinerer Gattung.

Die Kammräder theilen wir ab: in cylindrische Räder mit äußeren und inneren Zähnen (Stirnräder), in conische Räder und in Kronräder, unter welch letztern wir jene verstehen, welche nach der alten Eintheilung Kammräder genannt wurden.

Die Getriebe in Zahngetriebe und in Stockgetriebe, und letztere in Drillinge oder Laternen und in Kumpfe. Drilling oder Laterne heißt ein Getriebe, wenn die Zähne (Triebstöcke, Spindeln genannt) von cylindrischer oder conischer Form in Scheiben befestigt sind; Kumpf hingegen, wenn die Spindeln statt in Scheiben, in einem massiven hölzernen Corpus befestigt oder sogleich mit einer Welle verbunden sind.

§. 125.

Hölzerne cylindrische Räder und Getriebe.

Blatt 17.

Da wir Blatt 17 ganz der Darstellung der hölzernen Stirnräder Bl. 17.
und deren Getriebe gewidmet haben, so beziehen sich unsere Erklärungen auf die Figuren dieses Blattes.

Die wesentlichen Theile jedes hölzernen Rades sind die Arme, der Kranz und die Kämme, bei den Laternen die Scheiben, die Triebstöcke und die Ringe, mittelst welcher diese und die Scheiben ihre Befestigung erhalten. Die Arme a, b, c, d, Fig. 79, welche hier sowie bei den metallenen Rädern zur Befestigung des Rades mit der Welle dienen, können auf zweierlei Weise angeordnet werden, nämlich so, daß sie, wie aus Fig. 79 ersichtlich (wo der aus M beschriebene punktirte kleinere Kreis die Wellstärke bezeichnet), in die Welle eingelocht, eingesteckt sind, welches man den deutschen Verband nennt, oder so, wie in Fig. 88, wo die Arme a, b, c, d, e, f, g, h so überschnitten werden, daß sie gleichsam, wie bei den metallenen Rädern, eine 4-, 6- oder auch 8eckige Nabe oder ein Gehäuse bilden, welches, wie bei diesen, zum Aufkeilen der Räder auf die Welle dient. Diesen Verband nennt man den holländischen Verband, und zieht denselben in den meisten Fällen dem deutschen schon deßwegen vor, weil bei ihm die Wellen verhältnißmäßig schwächer gehalten werden können als bei dem deutschen, da bei diesen durch das Lochen der Welle selbe geschwächt wird, und da, wo die Räder der Nässe ausgesetzt sind, diese in die Löcher eindringt, wodurch vorzeitige Fäulniß der Welle herbeigeführt wird. Zu den Armen nimmt man gut ausgetrocknetes Eichen-, manchmal auch Föhrenholz; andere Hölzer, wie Buchen und Ahorn 2c., sind einestheils schon ihres höheren Preises, anderntheils aber hauptsächlich deßwegen nicht so sehr zu Rädern geeignet, weil selbe da, wo sie der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, schnell ersticken (verstocken), während Eichenholz selbst bei abwechselnder Nässe und Trockene große Dauerhaftigkeit gewährt. — Die Kränze, am besten aus Eichenholz und nur in Fällen, wo sich die Räder in trockenen oder geheizten Räumen befinden, aus Buchenholz, werden aus 2 bis 3 mit hölzernen Nägeln aufeinander verbundenen Felgenlagen, welch letztere aus Bohlen oder Läden geschnitten, stumpf und abwechselnd gestoßen werden, zusammengesetzt. Die Anzahl der Felgenlagen aufeinander, durch welche die Dicke des Kranzes gebildet wird (unter Kranzdicke verstehen wir stets jene Dimension in der Richtung

Bl. 17. der Wellachse, hingegen unter Kranzbreite jene in der Richtung der Radien), richtet sich stets nach der Größe eines Rades, hauptsächlich aber nach der Breite der Kämme, welche Kammbreite bei den gewöhnlichen Rädern bis daher meistens zu geringe genommen wurde, und wobei wir wiederholt bemerken müssen, daß, je kleiner die Theilung der Räder genommen wird, je besser sie gehen, man daher die nöthige Stärke mehr durch eine größere Kammbreite zu erreichen trachten muß, als durch eine starke Theilung. Die Anzahl der Felgen einer Lage richtet sich nach der Größe eines Rades und beträgt bei den kleinsten Rädern unter 6′ Diameter 4, über 6′ bis zu 18′ 8 Felgen; größere Räder werden nur selten mehr von Holz gemacht, weil die Schwierigkeit ihrer Befestigung und der Wellen mit ihrer Größe wächst, und deren Werfen oder Verziehen durch ungleiches Schwinden und Anschwellen (Anquellen) unvermeidlich eintritt. Die Arme und der Kranz werden mittelst eiserner Schrauben miteinander verbunden. Die Kämme macht man aus Weißbuchen-, Hagebuchen-, auch Wildapfel- und Wildbirnbaum-Holz, versteht sich von vollkommen ausgetrocknetem Holze; dieselben erhalten ihre Verbindung und Befestigung mit dem Kranze dadurch, daß sie in letzteren eingelocht und an dessen innerer Seite mit hölzernen Nägeln vernagelt werden. Diese wie jene Nägel, welche man zur Befestigung der Kranzfelgen aufeinander anwendet, werden von geschlachtetem Birken- oder von Haseleichen- (Steineichen-) holz gemacht und die letzteren noch an den Außenseiten des Kranzes mit Keilen aus gleichem Holze verkeilt.

Die Laternen bestehen gewöhnlich, wenn der Diameter ihres Theilkreises unter 18″ beträgt, aus zwei Scheiben von Buchen- oder Haseleichenholz, 2″—3″ dick aus einer Bohlenbreite herausgeschnitten; diese Scheiben erhalten dann in ihrer ganzen Dicke durchgehende, der Eintheilung und Stärke der Spindeln, Triebstöcke, entsprechende Ausschnitte, in welche dann die Spindeln fest eingetrieben, durch einen über diese auf jede Scheibe warm aufgezogenen schmiedeisernen Ring festgehalten werden. Hiebei ist zu bemerken, daß die Scheiben aus einer einzigen Bohlenbreite ausgeschnitten, quer über die Jahre mehr schwinden, als in deren Länge, wodurch die Getriebe elliptisch werden. Verfasser nimmt deßwegen, sobald der Theilkreis-Diameter 1′ beträgt, nicht mehr eine Bohlenbreite, sondern setzt die Scheiben aus Strahlen so zusammen, daß an der äußeren Peripherie lauter Hirnholz ist, wodurch dann einerseits das ungleiche Schwinden beseitiget wird, anderseits man auch noch den Vortheil hat, daß das zwischen zwei Triebstöcken befindliche Holz, da selbes Längenholz in der Richtung der Radien ist, beim Eintreiben der Spindeln nicht so leicht ausreißt. Sonst war es Regel, bei Rädern nichts zu leimen; allein Ver-

fasser hält sich nicht an dieselbe und leimt für gewöhnlich sowohl die Bl. 17.
Kranzfelgen der Räder, als die Strahlenscheiben der Laternen, welch' letztere ohnehin das Leimen bedingen würden. Dieses Leimen wird jedoch nicht wie gewöhnlich vorgenommen, wo der Leim mit Wasser gekocht und sogleich verbraucht wird, sondern man kocht zuerst den Leim in Wasser ab, schneidet selben in Kuben von $1\frac{1}{2}''$—$2''$, läßt diese trocknen, kocht sie neuerdings, jedoch in gutem Leinöl ab, und gebraucht nun den Leim wie gewöhnlich. Hiebei ist zu bemerken, daß die Leimfugen auf diese Weise längere Zeit zum Trocknen brauchen, als die gewöhnlichen, dabei aber in Feuchtigkeit vollkommen aushalten. — Die Scheiben größerer Laternen werden aus mehreren Stücken zusammengezapft; für die größten aber macht man Kränze aus 2 Felgenreihen, wie bei den Rädern, und gibt ihnen, wie dort Arme. Die Kumpfe werden, wie schon bemerkt worden, bei hölzernen Wellen aus einem Stücke mit diesen ausgeführt, indem man an der bestimmten Stelle eine Nuth, etwas tiefer, als die Kammlänge über den Theilkreis beträgt, eindreht, dann zu den beiden Seiten Löcher der Eintheilung der Spindeln und der Größe des an jedem Spindelende befindlichen Zapfens entsprechend ausstemmt, in welche dann die Spindeln fest eingetrieben und durch zwei schmiedeiserne Ringe festgehalten werden. Außer diesen werden die Kumpfe, wie schon angeführt, auch statt der aus Scheiben bestehenden Laternen angewendet, und bestehen dann aus einem massiven, gut ausgetrockneten Holzkörper (Eichenholz), dessen Fasern in der Richtung der Wellachse genommen, im übrigen, so wie wir sie bei Wellen beschrieben haben, ausgeführt werden; wobei man nur über die Zapfen der Spindeln noch gehörig Holz vorstehen läßt und an jedem Ende noch einen Ring anlegt, um, da diese Kumpfe gewöhnlich schmiedeiserne Achsen erhalten, selbe beim Aufkeilen auf diese gegen das Springen zu verwahren. Beträgt der Theilkreis über 1', so ist es nicht mehr wohl rathsam, Kumpfe anzuwenden, indem das Aufreißen des Holzes und dessen Schwinden dann störend einwirken. — Diese allgemeine Erklärung schließend, wollen wir im nächsten Paragraph zur detaillirten Beschreibung der Stirnräder und der Getriebe übergehen.

§. 126.

Stirnrad mit einer mit cylindrischen Triebstöcken versehenen Laterne.

Fig. 79—87.

Bevor wir mit der Beschreibung beginnen, finden wir hinsichtlich der Zeichnung zu bemerken nothwendig, daß Fig. 79 eine erste verticale Fig. 79 bis 87.

Bl. 17. Fig. 79 bis 87. Projection des Rades ist, deren untere Hälfte als äußere Ansicht mit den Kämmen gezeichnet ist; in der oberen Hälfte hat man sich das Rad in der Mitte durchschnitten, die erste Felgenreihe hinweggeworfen und die Kämme herausgenommen gedacht, die Laterne hat man sich in ihrer linken Hälfte ebenfalls durchschnitten gedacht, die rechte Hälfte aber ist als deren äußere Ansicht gezeichnet. Fig. 80 ist zweite verticale Projection, wobei der untere Theil des Rades mit den Armen und Kämmen, von welch' letzteren man sich ober der Mitte nur zwei herausgenommen gedacht hat, um die Löcher sehen zu können, als ganz, den oberen Theil des Rades aber nebst der ihm zunächst befindlichen Latern-Hälfte in der Mitte durchschnitten gedacht hat. Dieses Stirnrad ist ein solches kleiner Gattung mit 4 Armen mit deutschem Verbande a, b, c, d e', f', g' und mit einer Reihe stehender Kämme, zum Unterschied des übrigens gleich großen Rades Fig. 88 und 89 mit holländischen Armen a f, b e, h c und g d und versetzten Kämmen, aus Fig. 89 ersichtlich, welch' letzteres man ein Rad im Hahnschritt abgekämmt nennt; bei beiden Rädern ist **M** der Mittelpunkt des Rad-, und **m** der Mittelpunkt des Getriebtheilkreises. Hinsichtlich der Theilkreise und der Eintheilung und Form der Kämme gilt, was wir bereits in der Abtheilung: „Construction der Verzahnungen" und in der Abtheilung: „gußeiserne Räder" angeführt haben. Auch bei hölzernen Rädern wird die Theilung als Maßstab zu Grunde gelegt, und die Dimensionen aller Radtheile nach diesem proportionirt. Die Größe der Theilung richtet sich aber wieder nach dem zu überwältigenden Widerstande, und muß bei schmalen Kämmen, wie die dieses Rades, stärker genommen werden als bei breiten Verkämmungen. Bei unseren gewöhnlichen, noch nicht verbesserten deutschen Mühlen beträgt die Theilung gewöhnlich $3\frac{1}{2}''$—$4''$; bei den Vorgelegen der Sägmühlen $5\frac{1}{2}''$—$6''$; bei denen der Holländer unserer ebenfalls noch alten Papiermühlen $4\frac{1}{2}''$—$5''$; bei Schleifmühlen $4''$—$4\frac{1}{2}''$. — Diese Theilungen dürfen übrigens bei gehöriger Zahnbreite, jede wenigstens um $\frac{1}{2}''$—$\frac{3}{4}''$ schwächer genommen werden. Uebrigens sind auch hier bestimmte Gränzen einzuhalten, indem bei zu schwacher Theilung die Triebstöcke und Kämme, sowie die Räder, nicht mehr die gehörige Festigkeit gewähren. Hat man die Größe der Theilung festgesetzt, so beschreibt man auf einem Reißboden oder einzelnen Brettstück den Theilkreis, und theilt, wie in Fig. 79 unten bei **E**, eine Theilung in 7 gleiche Theile, und nimmt zur Kammdicke 3, wodurch für die Kamm-Lücke (Kamm-Zwischenraum) 4 Theile bleiben; ein Triebstock der Laterne erhält zum Diameter $3\frac{1}{2}$ Theile, wodurch $\frac{1}{14}$ der ganzen Theilung als Zwischenraum eines Triebstockes und der Kamm-Lücke bleibt, welcher Zwischenraum bei

hölzernen Rädern um so nothwendiger ist, als die Kämme und Triebstöcke, Bl. 17. Fig. 79 bis 87.
öfters von ungleich festem Holze, auch ungleich schwinden und anquellen, und jedes Drängen der Zähne und Triebstöcke beim Ein- und Ausgreifen überhaupt strenge vermieden werden muß. Die Kammlänge über den Theilkreis hinaus darf nie weniger als die halbe Spindel-(Triebstock-) Dicke betragen, erhält aber meistens $^3/_7$ der Theilung, vorausgesetzt daß man die Zähne nicht, was in Holz auch selten geschieht, in der ihnen zukommenden ganzen Länge macht; die Länge innerhalb des Theilkreises bis zu h beträgt gewöhnlich $3^1/_2$ Theile, oder $^7/_{14}$ der Theilung, der über den Radkranz vorstehende Theil h E des Kammes heißt Kopf (Kammkopf), der Theil l i Stiel (Wurzel), welch' letzterer vom Theilkreis an, nach den Radien verjüngt, gemacht wird, und innerhalb des Radkranzes um ungefähr eine halbe Theilung ($^1/_2''$ — $2''$) noch vorsteht, wo dann die Kämme mittelst hölzerner Nägel (von Birken- oder gutem Haseleichenholz) von $^1/_7$ Theilung Diameter festgehalten werden. Die Kranzbreite h l beträgt 2 — $2^1/_2$ Theilung ($6''$ — $8''$). — Die Armdicke o m wird gleich einer Theilung genommen und beträgt bei den kleinsten Rädern nicht unter $2''$, bei den größten nicht über $6''$. Die Arme a, c, b, d sind hier, wie schon angeführt, zum deutschen Verbande angeordnet, und erhalten ihre Verbindung unter sich durch einfache Ueberschneidung, welche aus Fig. 83 unten, wo ein einzelner Arm d b übereck dargestellt wurde, ersichtlich ist.

Um aber in der Welle, deren Stärke durch den punktirten Kreis angedeutet ist, mit den überschnittenen Armen gehörig zusammenfahren zu können, muß ein Armloch in der Richtung der Wellachse um die Stärke der Ueberschneidung, welche hier bei 2 Armen die halbe Armbreite beträgt, länger gestemmt werden; es wird dann beim Anstecken des Rades der eine Arm in das Loch, welches seiner Breite und Dicke entspricht, bis zur gehörigen Tiefe fest eingetrieben; der zweite aber durch das länger gestemmte Loch und den Ausschnitt des ersten Armes bis zur gehörigen Tiefe gleichfalls fest eingetrieben, und letzterer Arm dann in der Richtung der Wellachse mittelst Schlagen und Eintreiben von Keilen in die geeignete Lage gebracht; das längere Loch wird dann zuletzt durch zwei gegen einander geschlagene Keile von gutem Eichenholz ausgefüllt, wodurch dann auch die Arme gehörige Festigkeit und unveränderliche Lage in der Welle erhalten.

Die Arme a' c', e', f' und b', g', Fig. 80 können, wie oben im durschnittenen Theile ersichtlich, doppelt angeordnet werden, wo dann die ganze Breite n' p' eines Armes 2 — $2^1/_2$ Theilung erhält (nicht unter 5). Zwischen beiden Armen läßt man, wie bei q' n' ersichtlich,

Bl. 17. Fig. 79 bis 87. einen Zwischenraum von $1/2''$, um selbe nach ihrem Schwinden mittelst Schrauben, wie p′ i′, wieder zusammenziehen zu können. Die Verbindung der Arme und des Kranzes wird dadurch erreicht, daß man die Arme sowohl an der innern cylindrischen Kranzfläche um $3/4''$, als auch an den Seitenflächen des Kranzes um $1/2''$, wie bei a′ c′ ersichtlich, versetzt und durch eiserne Schrauben, wie s′ t′ fest zusammenzieht.

In Fig. 83 ist die Form des Armes sichtbar, wie selber in die Kränze eingesetzt oder eingeblattet ist; die punktirten Linien bezeichnen die Tiefe des Versetzens. Die Kränze bestehen hier aus zwei Felgenreihen, deren jede 4 Felgen, welche nach den Radien mit abwechselnden Fugen stumpf zusammengestoßen sind, und zwar so, daß die Fugen der Felgenreihe auf der rechten Seite Fig. 80 bei g′ auf die Mitte der Arme, die der anderen Felgenreihe Fig. 79 und Fig. 80 bei u v und u′ v′ gerade auf die Mitte zwischen zwei Armen trifft. Durch Nägel ($1/2''$—$3/4''$ stark) von gut ausgetrocknetem Eichen- oder Birkenholz, deren Löcher auf der Mitte eines Kammzwischenraumes und so gebohrt werden, daß sie innerhalb der innern und äußern Kranz-Peripherie um $1/4$ der ganzen Kranzbreite l h Fig. 79 zu stehen kommen, werden diese Felgenreihen miteinander verbunden. Diese Nägel werden, wie aus Fig. 79 unten ersichtlich, an den beiden Außenseiten der Kränze quer über die Holz-Fasern verkeilt, wodurch, so wie besonders durch die Schrauben, mittelst welcher Arme und Kränze verbunden sind, das ganze Rad die nöthige Festigkeit erlangt. Bei großen Rädern begnügt man sich übrigens nicht mehr damit, die Kranzfelgen bloß aufeinander zu nageln, sondern man gebraucht hiezu eiserne Schrauben, welches jedenfalls die beste Verbindung und Befestigung gewährt.

Zur ganzen Kranzdicke nimmt man gewöhnlich 2 Theilungen ($5\frac{1}{2}$—$7\frac{1}{2}''$), so daß die Felgen dieser Räder kleiner Gattung aus 3zölligen, die der größern aber aus 4zölligen Läden geschnitten werden können. Die Kämme werden bei uns aus Hagebuchen-, Wildapfel- und Birnbaumholz, wie schon bemerkt, gemacht, wozu nur geschlachtetes, von Aesten freies, gut ausgetrocknetes, gespaltenes Holz genommen werden darf. Die Breite des Kammkopfes k′ h′ Fig. 80 ist hier gleich der Theilung und wird von $1/7$ — $12/7$ der Theilung, auch zu 2 — 3 Theilungen genommen; bei k′ und h′ wird der Kopf um $1/7$ der Theilung (nicht über $1/2''$—$3/4''$) abgesetzt, wodurch der Stiel etwas schmäler als der Kopf wird; auch versetzt man den Kammkopf bei k′ h′ nochmal um $1/4''$ — $1/2''$ in den Kranz hinein, was jedoch viele Arbeit macht, und wodurch man gerade nicht viel gewinnt, daher dieses Versetzen gewöhnlich unterbleibt. Die Löcher für die Kämme werden in der halben Breite des Kammstieles in jede Felgenreihe eingeschnitten

und ausgestemmt, versteht sich nach vorhergangener Eintheilung der Kämme, Bl. 17.
welche in der Wirklichkeit nicht auf dem Theilkreis, sondern auf dem Fig. 79 bis 87.
Kranze vorgenommen werden muß. Es ist wohl zu merken, daß die Löcher nur nach den Radien, nicht aber auch nach der Breite des Kammstieles verjüngt seyn dürfen, indem sonst beim Einschlagen der Kämme in die Löcher die Kränze auseinander getrieben würden. Zur größeren Deutlichkeit ist in Fig. 84 ein einzelner Kamm übereck dargestellt. Das Getriebe Fig. 81 und 82, hier eine Laterne mit cylindrischen Triebstöcken, besteht aus zwei Scheiben aus ganz trockenem Eichen- oder Buchenholz, in welche die Spindeln, cylindrisch abgedreht, aus Hagedorn, Wildapfelbaum oder auch Weißbuchen, wie aus dem oberen Theile Fig. 82 ersichtlich ist, genau eingepaßt, und durch zwei schmiedeiserne, warm angelegte Ringe festgehalten werden. Die Spindeln, von welchen wir unten links in Fig. 85 eine einzelne übereck dargestellt haben, sind an ihren Enden mit Zapfen versehen, dessen jede Länge gleich der Scheibendicke ist; von diesen Zapfen sind zwei Begränzungsflächen Ebenen, deren Verlängerung durch den Mittelpunkt geht; die dem Mittelpunkt zunächst liegende Seite des Zapfens ist die verlängerte cylindrische Begränzung des Triebstockes, und die obere Seite, auf welcher der Ring aufliegt, und welche gewöhnlich erst, nachdem die Spindeln in die Scheiben fest eingetrieben sind, bearbeitet wird, ist ebenfalls cylindrisch und zwar in gleicher Größe und Richtung mit den Scheiben begränzt. Die Entfernung der beiden Scheiben nimmt man etwas größer als die Kammbreite, so daß, wie aus Fig. 82 ersichtlich, zwischen den Kämmen und der Scheibe ein kleiner Zwischenraum bleibt, damit, wenn das Rad in der Zeit von der Seite etwas unrund läuft, die Kämme nicht an die Scheiben streifen. In der Mitte jeder Scheibe ist ein quadratisches Loch, welches zum Anstecken des Getriebes an eine eiserne Achse dient, auf welche das Getriebe mittelst flacher eiserner Keile festgekeilt wird. Des gefälligeren Aussehens wegen und um die scharfen Ecken zu beseitigen, zieht man an das Rad innen und außen Facetten, ebenso außen an die Scheiben des Getriebes. — Fig. 82, in w′ ist die Spitze des verlängerten Begränzungs-Kegels der Facette des Getriebes der linken Seite, wobei w′ nur zum Behufe des Ziehens der Triebstock-Fugen gesucht wurde.

§. 127.

Praktische Regeln bei Anordnung und Ausführung hölzerner Stirnräder.

Von den Praktikern werden nachfolgende Regeln bei Anordnung und Ausführung hölzerner Stirnräder aufgestellt:

Bl. 17. Fig. 79 bis 87.

1) die Anzahl der Arme soll immer gleich seyn der Anzahl einer Felgenreihe des Kranzes,

2) die Felgen sollen immer auf der Mitte eines Kammes gestoßen werden,

3) soll kein Arm weder auf einen Stoß, noch auf ein Kamm-Mittel treffen,

4) müssen die Löcher für die, die Felgenreihe miteinander verbindenden Nägel so eingetheilt werden, daß kein Loch weder auf einen Stoß, noch Kamm trifft.

Diese Regeln können in vielen Fällen nicht eingehalten werden, wie es auch in Fig. 79 der Fall ist, wo die Arme auf die Mitte eines Kammes treffen, wo dann die Schraube sogleich auch den Kamm festhält; auch beziehen sich selbe hauptsächlich auf den deutschen Arm-Verband, und können selbst da nur eingehalten werden, wenn die Kämme-Anzahl eine gerade Zahl ist und sich als solche durch die Felgen- und Armzahl dividiren läßt. Wir haben aber früher schon bemerkt, daß es gut seyn dürfte, wenn man die Zähne-Anzahl eines Rades so wählt, daß sich dieselbe mit der Getriebe-Zähnezahl nicht dividiren läßt, weil dann alle Kämme mit den Triebstöcken in Berührung kommen, was bei einer geraden Zahl aber nicht der Fall ist.

§. 128.

Spundräder.

Fig. 86 und 87.

Bei der Anordnung der Kämme des Rades, Fig. 79 und 80, wo die Kämme in einer Reihe stehen, ist es oft der Fall, daß, besonders bei kleinen Theilungen, das Holz zwischen zwei Kämmen leicht ausreißt; diesem zu begegnen, gebraucht man eine andere Construction, Fig. 86 und Fig. 87, (Spundräder genannt). Fig. 86 ist verticale Projection und Fig. 87 ein Durchschritt des Kranzes wie bei Fig. 80.

Die Spundräder bestehen aus zwei Kränzen d′ e′ f′ g′, deren jeder nur eine Felgenreihe hat, daher die Felgen nicht stumpf zusammengestoßen werden dürfen, sondern zusammengezapft (eingescheert) werden müssen. Zwischen den beiden Kränzen werden in der Entfernung der Kamm-Zwischenräume b, b Spünde oder Wechsel a, a, a ꝛc. mit leichter Versatzung in die Kränze stumpf eingesetzt und durch an der Außenseite der Kränze verkeilte

Nägel h' k', l' m', Fig. 87 zusammengehalten. — Die Fasern der Wechsel oder Spünde a, a, a stehen perpendikulär auf den Kränzen. — Die Kämme c, c, c werden dann, wie in Fig. 79 und 80, in die entstandene Lücke b b fest eingeschlagen und innen durch hölzerne Nägel festgehalten. Bl. 17. Fig. 86 und 87.

§. 129.

Stirnrad mit Kumpf.

Fig. 88 — 96.

Da, wo Ungleichförmigkeit der Bewegung stattfindet, und die Räder nachtheilige Stöße auszuhalten haben, sucht man eine größere Stärke dadurch zu gewinnen, daß man die Räder, wie schon erwähnt, im Hahnschritt abkämmt. — Dieses im Hahnschritt Abkämmen besteht darin, daß man die Kämme nicht mehr in eine, sondern in zwei Reihen anordnet (versetzt).

Fig. 88 und Fig. 89 ist ein solches Rad dargestellt, übrigens Fig. 88 bis 96. von gleicher Größe, wie Fig. 79 und 80; außer diesem sind bei dem Rade Fig. 88 und 89 die Arme holländisch angeordnet und statt einer Laterne ist ein Kumpf genommen. Da hier, wie aus Fig. 89 ersichtlich, die Löcher m, m, m ꝛc. für die Kammwurzeln abwechslungsweise ihrer ganzen Breite nach bei einem Kamm in die eine Felgenreihe, bei der nächsten in die andere eingesenkt sind, so müssen die Felgen bei gleicher Kammbreite etwas stärker gemacht werden. Die Löcher m, m, m ꝛc. können auch, wie in Fig. 92, so angeordnet werden, daß ⅔ der Kammstiel-Breite in eine Felgenreihe und ⅓ in die andere kömmt, kosten jedoch so mehr Arbeit. Wo die Kraft, welche übergetragen oder fortgepflanzt werden muß, beträchtlich ist und starke Räder mit breiten Kämmen nothwendig sind, macht man die Kränze aus drei Felgenreihen, und setzt statt einen Kamm zwei neben einander, wie Fig. 93 und 94. — Die mittlere Felgenreihe wird dann in den meisten Fällen etwas dicker (3½''—4'') als die beiden äußern (2¾''—3½''), und Löcher m, m, m, m für die Kammwurzeln kommen ihrer Breite nach mit ⅓ in die mittlere, mit ⅔ aber in die äußere Felgenreihe zu stehen. Die Kämme c, c, c, c, von welchen in Fig. 95 zwei übereck dargestellt wurden, stehen in der Mitte d stumpf zusammen und bilden so gleichsam nur einen Kamm; beide Kämme erhalten ihre Befestigung im Kranze, wie früher, durch Nägel e' f'.

Wir wollen jetzt wieder zu Fig. 88 und 89 zurückgehen, um noch das Nöthige über Arme und Kumpf anzuführen. Die Arme a f, b e, h c und g d sind der Wellenstärke angemessen so überschnitten, daß sie die meist sechseckige, hier quadratische Welle, welche, sonst rund, besonders

Bl. 17. Fig. 88 bis 96. wo es die Holzstärke gestattet, massiv vier- oder sechseckig gearbeitet ist, wie mit einer Nabe oder einem Gehäuse umschließen, welches, Gehäuse oder Nabe, dann auf jeder Seite um $\frac{3}{4}''$ — $\frac{5}{4}''$ größer seyn muß als die Welle, welcher Platz dann zur Aufnahme der Keile dient, mittelst welcher das Rad auf die Wellen befestiget wird.

Die Arme sind auf gewöhnliche Weise überschnitten, müssen aber bei i und k Versatzungen von $\frac{1}{2}''$ — $\frac{3}{4}''$ erhalten, damit der innere Armtheil k i beim Aufkeilen oder bei späterem Anschwellen nicht ausreißt.

Die Arme sind, wie aus Fig. 89 ersichtlich, hier nur einfach, können aber auch doppelt angeordnet werden; die Verbindung mit den Kränzen wird auf ähnliche Weise, wie bei Fig. 80, einerseits durch Versatzungen l m in der inneren Kranzfläche, anderseits durch solche von der Seite erreicht. Fig 96 ist ein Arm übereck dargestellt, wo durch punktirte Linien q l p die Versatzung der inneren Kranzfläche, und durch o p die in die Seitenfläche des Kranzes angedeutet ist. Mittelst eiserner Schrauben werden Kranz und Arme gehörig zusammengezogen und festgehalten. Das Getriebe, hier ein Kumpf, besteht aus einem massiven gut ausgetrockneten Eichenklotz, in welchen die Spindeln, wie bei der Laterne Fig. 82, eingelassen und durch Ringe r s, t u festgehalten werden; außer diesen Ringen sind noch zwei solche v x und z w an dessen Enden angelegt, welche den Kumpf, da er durch Keile auf die eiserne Achse befestigt wird, vor dem Zerspringen sichern. Sowohl hier, als in Fig. 82 hat man sich die untere Spindel herausgenommen gedacht.

§. 130.

Spindel-Getriebe größerer Gattung.

Fig. 97 — 99.

Getriebe größerer Gattung können, wie schon erörtert, nicht mehr Kumpfe seyn, sondern werden stets Laternen, deren Scheiben dann aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden müssen. — In Fig. 97 — 99 ist ein solches Getriebe dargestellt. Hinsichtlich der Zeichnung bemerken wir, daß Fig. 97 erste verticale Projection ist, wobei man sich links den halben Ring abgebrochen und einen Theil der Spindeln herausgenommen gedacht hat. Fig. 98 ist horizontale Projection, hiebei linker Hand ein Theil mit einer Ebene Q M durchschnitten gedacht. Jede Scheibe dieser Getriebe mittlerer Größe ist gewöhnlich aus vier in einander gezapften Stücken von Buchen- oder Eichenholz, in Fig. 97 ersichtlich, zusammengesetzt, wobei die Zapfen verleimt, und jede mit 2 — 3 hölzernen

Fig. 97 bis 99.

Nägeln vernagelt wird. Wo ein solches Getriebe eine hölzerne Welle erhält, steckt man selbes gewöhnlich holländisch an letztere an, und ordnet die Theile, von welchen die Scheiben gebildet werden, so an, daß sich in der Mitte die Oeffnung vier- oder sechseckig, der Wellenstärke entsprechend, bildet, jedoch so, daß an jeder Seite noch $\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$ als Keilraum bleibt. Die Dicke einer Scheibe beträgt 2″ — 3″. Die Spindeln erhalten an ihren Enden, wie bei der Laterne Fig. 82 Zapfen, mit welchen sie in entsprechenden Löchern in die Scheiben fest eingetrieben, und, wie schon bemerkt, mittelst angelegter Ringe festgehalten werden. Um die Scheiben in gehöriger Entfernung von einander zu halten, und dem Getriebe die nöthige Festigkeit zu verschaffen, gebraucht man Riegel oder Trempel a b c d, 4 bis 6 an der Zahl, welche in gleicher Entfernung von einander in die Scheiben, wie aus Fig. 97 und 98 bei d′ ersichtlich, stumpf eingesetzt werden. Durch Schrauben, deren Anzahl gleich der der Trempel ist, auf deren letztern Mitte die Löcher hiefür und durch beide Scheiben gehend gebohrt werden, kann man die Scheiben gehörig fest zusammenhalten und beim Schwinden wieder nachziehen. Die Scheiben mit den Spindeln bleiben dann, wie bei f′ Fig. 98, scharfkantig, oder man zieht des gefälligen Aussehens halber, wie bei e, eine Facette hin. Bl. 17. Fig. 97 bis 99.

In Fig. 99 haben wir eines der Stücke, aus welchen die Scheiben zusammengesetzt sind, übereck dargestellt, wo bei k das Zapfenloch, in l m die Nagellöcher, und in d die Versatzung eines Trempels nebst dem runden Schraubenloche sichtbar ist.

§. 131.

Spindel-Getriebe größter Gattung.

Fig. 100 — 102.

Spindelgetriebe größter Gattung, wovon in Fig. 100 — 102 eines dargestellt ist, enthalten entweder holländische, oder, wie das vorliegende, deutsche Arme, welche dann, wie hier, doppelt, oder bei ganzer Breite auch einfach angeordnet werden können. Fig. 100 ist verticale Projection, wobei man sich rechts einen Durchschnitt und die obere Hälfte weggeworfen gedacht hat. Fig. 101 ist horizontale Projection, rechts jedoch in der Mitte mit einer Ebene M Q durchschnitten, wobei man sich den Meridianschnitt M Q bis nach M R gedreht gedacht hat. Die Kränze sind aus einer doppelten Felgenreihe wie Fig. 79 und 80 gebildet, wobei die innerste Felgenreihe, wie a b, a′ b′, an ihrer inneren Seite nicht mehr cylindrisch, sondern gerade ausgearbeitet wird; diese geraden Felgen nennt man Spiegel- Fig. 100 bis 102.

Bl. 17. Fig. 100 bis 102. felgen, und selbe gewähren größere Festigkeit als die runden Kranzfelgen der äußeren Reihe, deren Breite $1\frac{1}{2}$ Theilung, die Dicke $\frac{1}{3}$ Theilung betragen kann. Die Dicke der Spiegelfelgen beträgt $\frac{1}{2}$ Theilung und ihre Breite richtet sich nach ihrer Anzahl, kann jedoch nicht wohl über 15″ — 18″ genommen werden, weil einestheils Planken (Läden) von größerer Breite nicht geschnitten werden, anderntheils das Verziehen (Werfen) unvermeidlich eintritt. — Die Felgen werden stumpf gestoßen und wie bei den Stirnrädern mit hölzernen Nägeln aufeinander befestiget. Die Spindeln, deren Theilkreis auf der Mitte der Kranzfelgen ist, werden in die Kränze, um ihr Drehen zu verhindern, *) auf einer Seite abwechslungsweise mit Zapfen versehen, wie c c c ꝛc. Fig. 100—102, welche ganz durch den Kranz gehen, auf der andern Seite aber in ihrer ganzen Dicke in cylindrische Löcher eingesetzt und durch letztere von der Seite eingetrieben. Diese Befestigung der Spindeln gewährt den Vortheil, daß, wenn eine Spindel schadhaft geworden ist, selbe, ohne das Getriebe zerlegen zu müssen, leicht dadurch ausgewechselt werden kann, daß durch Schlagen mittelst eines hölzernen Aufsatzes auf die Zapfen c c c ꝛc. die Spindeln durch ihr cylindrisches Loch aus-, und so umgekehrt wieder andere eingetrieben werden können.

Die Kränze werden, wie Fig. 97 und 98, durch Trempel und Schrauben, welche man, wo möglich, sogleich durch die Arme gehen läßt, zusammengehalten und gehörig befestiget. Die Arme sind in der Mitte, wie Fig. 79, überschnitten, und mit dem Kranze durch Versatzung in die Spiegelfelgen bei e e′, dann der Kranzfelge bei f f′ und Einblattung von der Seite in beide, verbunden. Diese Verbindung noch deutlicher zu machen, haben wir in Fig. 102 ein Armstück übereck dargestellt, wo in e f g diese Versatzungen erscheinen. Wenn Verfasser dagegen stimmt, Stockgetriebe in so großem oder gar noch größerem Verhältnisse, besonders in Holz auszuführen, so kann selber doch die von einigen Schriftstellern geäußerte Meinung, Stockgetriebe taugen nichts und man soll sich ihrer gar nicht bedienen, nicht theilen. — Ich habe Gelegenheit gehabt, Stockgetriebe von Holz und Eisen theils selbst auszuführen, theils mich von andern ausgeführten nach mehrjährigem Gange zu überzeugen, daß, wo Metall auf Metall, besonders aber Gußeisen und

---

*) Man hat früher öfters vorgeschlagen, die Spindeln in den Scheiben beweglich zu machen, auch Versuche hierüber angestellt; allein theils die kostspielige Einrichtung, theils der geringe Vortheil, welcher sich hieraus ergeben hat, mag Ursache seyn, daß selbst englische und französische Maschinenbauer bei den festen Spindeln bisher geblieben sind.

Schmiedeisen auf einander geht, es ganz gleichgültig ist, ob man Zahn- oder Stockgetriebe gebraucht; vorausgesetzt wird eine gute Eintheilung und Form der Zähne. Wo aber hölzerne Kämme auf hölzernen Triebstöcken gehen, ist wohl zu berücksichtigen, ob das Getriebe seine Bewegung vom Rade oder umgekehrt erhält. Im ersten Falle ist es gleichgültig, ob Kamm auf Kamm oder Kamm auf Triebstock geht, welch letzteres sogar vorzuziehen ist; indem bei Längen- auf Querholz die Reibung geringer ist, als bei Querholz auf Querholz. Wird aber ein Rad von einem Stockgetriebe bewegt, wo die Spindeln am Kamm gegen den Spann des Holzes arbeiten, so ist die Reibung und Abnützung bedeutend größer, und man sollte sich hier jedenfalls guß- oder schmiedeiserner statt hölzerner Spindeln bedienen, oder statt eines Stockgetriebes ein Zahngetriebe wählen. In allen Fällen sind aber eiserne Getriebe, besonders wenn der Unterschied der Zähne-Anzahl beträchtlich ist, den hölzernen stets vorzuziehen und besonders zu empfehlen, indem die Erfahrung lehrt, daß hiedurch nicht nur ein ganz ruhiger Gang erzielt wird, sondern auch die Abnützung der hölzernen Zähne bei weitem nicht so beträchtlich ist, als wenn sich Holz auf Holz reibt. Bl. 17. Fig. 100 bis 102.

§. 132.

Gußeiserne Arm-Gehäuse.

Fig. 103—106.

Als Beschluß der Construction hölzerner cylindrischer Räder führen wir noch ein Beispiel der Art an, wo ein hölzernes Rad auf einer eisernen Welle, und ein anderes großes Rad mittelst eines eisernen Gehäuses auf eine hölzerne Welle aufgesteckt werden mußte. Die erstgenannte Anordnung, in Fig. 103 und 104 dargestellt, wurde vom Verfasser in der schon genannten Gastinger'schen Oelfabrik, wo wegen Mangel an Platz eine schmiedeiserne Welle genommen werden mußte, ausgeführt, und besteht aus zwei gußeisernen Kreuzen, zwischen welchen die hölzernen Radarme, 4 an der Zahl, durch Schrauben festgehalten werden; die in der quadratischen Oeffnung jedes Kreuzes befindlichen 4 Schlitze dienen zur Aufnahme der Schlußkeile, mittelst welcher das Rad auf die Achse aufgezogen ist. Die Construction hat sich bewährt, indem jene Fabrik seit dreizehn Jahren im ununterbrochenem Gange ist, ohne daß außer dem Nachziehen der Schrauben etwas nothwendig geworden wäre. — Fig. 105 und 106, vom Verfasser für die hiesige Röckenschuß-Tuchfabrik construirt, ist ein Gehäuse aus Gußeisen, gewöhnlich Holländer (Rosette) genannt, und dient zum Aufstecken eines größern cylindrischen Rades von 9' Diameter Fig. 103 bis 106.

Bl. 18. auf eine runde hölzerne Welle, deren Größe durch den punktirten Kreis angedeutet ist, wobei ringsum $^3/_4$'' Keilraum bleibt. Die Arme werden jedoch durch zwei Schrauben in den von einer Seite offenen, eigenen schwalbenschwanzförmigen Vertiefungen, deren Seitenwände durch Rippen gehörig verstärkt sind, festgehalten.

§. 133.

Gußeiserne conische Räder.

Blatt 18. Fig. 107 — 112.

Fig. 107 bis 112. Die conischen Räder werden, so wie die cylindrischen, in kleinem Verhältnisse, wie bei Uhren und andern wenig Kraft erfordernden Maschinen, aus Messing und Stahl, seltener und nur im Größern aus Holz, am meisten aber und sowohl in den kleinsten Dimensionen, von 2'' Diametern bis zu den größten vorzüglich deßwegen aus Gußeisen gemacht, weil dieses bei geringeren Kosten und den schwächeren Dimensionen dennoch gehörige Festigkeit gewährt.

Wir wollen analog den cylindrischen Rädern wieder zunächst gußeiserne conische Räder unserer näheren Betrachtung unterziehen, und hierauf erst zu hölzernen conischen und Kronrädern übergehen. — Zu diesem Behufe haben wir auf Blatt 18 wieder solche dargestellt, welche in einem Stücke gegossen werden können, und beschreiben zuerst das größte Fig. 107 — 112 derselben, weil hiebei der nöthige Platz zu den Buchstaben mehr als bei den kleinen vorhanden ist, wobei wir zugleich bemerken, daß die genaue Kenntniß der Construction der conischen Räder, welche schon früher umständlich beschrieben wurde und durch Blatt 14 vollständig erläutert ist, vorausgesetzt wird. Zur noch größeren Deutlichkeit der Fig. 109 Blatt 18 haben wir hier dieselbe Bezeichnungsweise beibehalten, wie in Fig. 31 Blatt 14, und bemerken bezüglich Blatt 18, daß Fig. 107 erste verticale Projection des Rades mit seinem Getriebe, Fig. 108 dessen zweite verticale Projection und Fig. 110 eine dritte verticale Projection des Getriebes ist, wenn man sich dasselbe umgestürzt denkt; Fig. 109 ist Durchschnitt des Rades und des Getriebes mit einer durch den Mittelpunkt A gehenden senkrechten Ebene vertical projicirt; Fig. 111 ist eine weitere verticale Projection des Getriebes nach der größeren Basis angesehen; Fig. 112 ist ein Durchschnitt eines Armes aus Fig. 107 mit der Ebene o p.

Dieses Rad, von dem Verfasser für die Spinnerei der HH. Krause und Ziegler in München construirt, hat, wie aus Fig. 107 ersichtlich, angegossene Zähne, 54 an der Zahl, 6 Arme, durch Rippen ge-

hörig verstärkt, sechseckige Nabe, um selbe auf eine hölzerne Welle, deren Bl. 18. Fig. 107 bis 112.
Stärke durch den punktirten Kreis angedeutet ist, auf die beschriebene Weise aufzukeilen. Bei der Zeichnung auf Papier sowohl, als bei denjenigen Zeichnungen, welche zum Behufe der Anfertigung der hölzernen Guß-Modelle in wirklicher Größe, mit Rücksicht des Einziehens aller Radtheile, auf gut ausgetrocknete Reißbretter aufgetragen werden müssen, wird zuerst, wie in Fig. 107, der größere Theilkreis vom Radius A C gezogen und die Kämme auf selben eingetheilt; ebenso beim Getriebe Fig. 110; hierauf werden in Fig. 109 die für das Rad und das Getriebe zu verzahnenden Hauptkegel, deren gemeinsame Spitze M, und Eingreifs-Kante M C ist, gezeichnet, die größeren Abrundungen der Rad- und Getrieb-Zähne, nach §. 119 und Blatt 14 construirt, Zahnlänge, Breite, sowie Stärke der Kränze und Arme bestimmt, und in Fig. 107, Fig. 110 und 111 auf die bekannte Weise übertragen.

So wie bei den cylindrischen Rädern wird auch bei den conischen die Theilung zur Proportionirung der sämmtlichen Theile des Rades zu Grunde gelegt, und man hält sich im allgemeinen an folgende praktische Vorschriften, die auch bei dem vorliegenden Rade befolgt wurden. Die Zahnbreite CC″ Fig. 109 ist gleich 2—2½ Theilungen, hier 6″; Zahnhöhe C H über den Theilkreis beträgt ⅓—½ Theilungen, hier 1″; Zahntiefe C Q unter den Theilkreis bis auf den Grund der Zahnlücken ½—⅔ Theilungen, hier ½ Theilung; Kranzdicke Q N ⅜ Theilungen, hier 13½‴; die Kranzbreite Q Q″ ist gleich der Zahnbreite C C″. — Die Kranzdicke S W beim Getriebe kann etwas schwächer genommen werden als bei dem Rade, und ohngefähr ¼ Theilung betragen. Die Nabenbreite a b des Rades beträgt 2½—3—4 Theilungen, hier 9″. Die Rippe, wie c e b d c, wodurch jeder Arm, theils um eine Seitenbiegung des Rades zu verhindern, theils um ersterem seine Form nach dem Abkühlen zu erhalten, verstärkt wird, erhält bei c d 1—1⅓ Theilung, hier 3″, bei e f aber, wo sie in eine Hohlkehle bis zur Nabenbreite ausläuft, 1⅔—2 Theilungen, hier 5″. Die Nabenbreite l m des Getriebes beträgt 2—2½, auch 3, hier etwas mehr als 2 Theilungen; die Naben-Oeffnung ist hier, wie aus Fig. 110 und Fig. 111 ersichtlich, zur Aufnahme der schmiedeisernen, viereckig prismatisch geformten Königswelle, mit 4 Schlitzen, zur Aufnahme der Schlußkeile versehen; das Getriebe könnte hier füglich ein volles seyn; um aber dessen Gewicht zu verringern, und ihm eine gefälligere Form zu geben, wurde selbes so durchbrochen, daß der Kranz mit der Nabe noch durch vier kurze Arme zusammenhängt. — Die Armbreite a b Fig. 107 unten rechts, zunächst dem Kranze, beträgt 1½—2 Theilungen, hier 4½″; innen an der Nabe bei c d macht man die Arme gewöhnlich um ⅕ der

Bl. 18. Fig. 107 bis 112. Breite a b stärker als diese. Die Armdicke e f = $1/3$—$1/2$ Theilung Fig. 112. Die Dicke i k der auf jeden Arm aufgesetzten Rippe beträgt meist an $1/2''$—$3/4''$ und übersteigt 1″ selten; diese Rippe n i k o ist gegen den Arm bei n o etwas stärker gehalten, wodurch sich das Modell leichter aus dem Sande zieht. Auch füllt man gerne zu gleichem Behufe die Ecken bei n o noch mit kleinen Hohlkehlen aus, wie dieses bei dem Arme Fig. 107 am Kranze und der Nabe geschehen ist, nur daß diese Kehlen hier größer sind, als sie bei den Arm-Rippen zu seyn brauchen. — Wenn bei den Rädern, sowohl cylindrischen als conischen, die Zähne beim Rad und Getriebe angegossen sind, so werden selbe bei beiden gleich stark, wobei man aber die Zahnlücken bei jedem, zum Behufe des leichtern Eingriffes um $1/12$—$1/14$ einer Theilung stärker nimmt als die Zähne, wie dieses auch im vorliegenden der Fall ist. — Das Uebrige wird sich, vorausgesetzt, daß man mit der auf Blatt 14 befindlichen Construction vertraut geworden ist, aus der mit der größten Präcision gezeichneten Projection dieses Rades ergeben.

§. 134.

Conische Räder kleinerer Gattung.

Fig. 113—116.

Fig. 113 und 114. In Fig. 113 und Fig. 114 sind zwei ineinandergreifende gleiche Räder kleinerer Gattung dargestellt, welche vom Verfasser bei einer Dreschmaschine angewendet worden sind; hievon ist das eine in Fig. 114 in der Mitte durchschnitten gedacht. Die Wellen dieser Rädchen, beide horizontal liegend, waren viereckig prismatisch und von Schmiedeisen, was schon aus der kleinen Dimension der Nabe-Oeffnung hervorgeht; die Rädchen wurden mit ganz flachen, schmiedeisernen Keilen auf die Welle aufgezogen.

Fig. 115 und 116. Fig. 115 und Fig. 116 ist ein volles conisches Getriebe auf einer schmiedeisernen Welle cylindrisch aufgesteckt und mit dieser auf die bereits beschriebene Weise durch zwei stählerne cylindrische Bolzen (Mitnehmer), wofür in a und b Fig. 116 in der Nabe die halben Oeffnungen sichtbar sind, deren andere Hälfte in der Welle eingehauen (eingefreßt) sind, verbunden.

In Fig. 115 hat man sich das Rad in der Mitte durchschnitten und den oberen Quadranten abgerissen und weggeworfen gedacht, wo bei c und d die Profile der wulstförmigen Aushöhlungen sichtbar sind, welche hier, wie bei den cylindrischen Rädern, um größere Leichtigkeit und gefälligeres Aussehen zu erzielen, gewöhnlich angebracht werden.

§. 135.

Gemischte conische Räder.

Blatt 19. Fig. 117—130.

Analog dem bisher befolgten Stufengange haben wir auf Blatt 19 noch einige Räder aus Gußeisen mit hölzernen Zähnen dargestellt, von welchen Fig. 117 und 118 in der Röckenschuß-Tuchmanufactur, dann Fig. 119 — 121 bei einem für den Brauereibesitzer Sedlmayr (Spatenbräu) in München construirten Pferdegöpel zum Aufziehen des Bieres aus den Märzenkellern, vom Verfasser ausgeführt worden sind. Erstere zwei Räder Fig. 117 und 118 wurden auf hölzerne Wellen, und zwar eines derselben auf eine Königs-, das andere auf eine horizontale Welle aufgesteckt. Die Kämme beider Räder sind mit eisernen cylindrischen Stiften im Kranze befestigt, wie aus dem Durchschnitte Fig. 118 ersichtlich ist. Von beiden Rädern Fig. 119 und 120 ist das größere auf einer hohlen gußeisernen Königswelle mittelst 6 Schlußkeilen, deren Schlitze in der Nabe Fig. 119 ersichtlich sind, befestiget. Das kleine Rad ist auf eine horizontale Welle cylindrisch aufgesteckt, und hat, wie aus dem Durchschnitte Fig. 119 und der Projection 120 ersichtlich ist, in der Nabe 2 gut eingedrehte messingene Ringe (Büchsen). Die Befestigung dieser Ringe in der Nabe ist nur durch die Reibung erreicht; es sind nämlich diese Ringe in ihre genau ausgedrehte Nuthe fest eingetrieben, und da die Nabe auf jeder Seite an einem Ansatze der Welle ansteht, so können sie auch, im Falle sie wirklich locker würden, was jedoch seit dem zweijährigen Gange dieser Maschine nicht geschehen ist, nicht herausfallen. Dieses Rad ist deßwegen auf seine Welle rund aufgesteckt, daß sich selbes rückwärts bewegen kann, ohne daß sich das größere Rad mitzudrehen braucht, was nothwendig ist, da dieser Pferdegöpel, zugleich nebst dem Aufziehen des Bieres aus den zwei Kellern, auch zum Hinunterlassen der leeren Fässer ꝛc. eingerichtet ist. — Beim Aufziehen wird das Rad durch eine auslösbare Kuppelung immer mit der Welle so fest verbunden, als der zu überwältigende Widerstand erheischt. Bl. 19. Fig. 117 bis 121.

Ueber Kuppelungen in der folgenden Abtheilung. — Die Zähne beider Räder sind mittelst hölzerner Schlußkeile, wie wir selbe bereits bei den cylindrischen gemischten Rädern beschrieben haben, mit den Kränzen verbunden. *)

---

*) In der Voraussetzung, daß das Vorhergegangene gehörig verstanden wurde, halten

Bl. 19. Fig. 122 bis 130. In Fig. 122—130 haben wir ein aus einer französischen Kunstmühle entnommenes Rad größerer Gattung mit seinem Getriebe detaillirt dargestellt. Dieses Rad ist aus 5 Theilen zusammengesetzt, und zwar so, daß die 8 Arme mit der Nabe ein Stück bilden, der Zahnkranz aber aus 4 Felgen gebildet ist. Die Felgen sind stumpf gestoßen, und werden, wie in Fig. 122 und 123 bei a b ersichtlich ist, je Paar und Paar durch zwei Schrauben, welche durch die angegossenen Lappen oder Laschen gehen, mit einander verbunden. — Um diese Verbindung möglichst deutlich zu machen, haben wir selbe in Fig. 125 und 126 in größerem Maßstabe dargestellt; und es ist Fig. 125 ein Theil des Kranzes von der Hinterseite mit den zur Aufnahme der hölzernen Kämme bestimmten Löchern a, b, c, d, e, von denen c gerade auf den Stoß Q R trifft, und wobei der Kamm-Stiel um die Breite der Laschen, durch welche beide Schrauben gehen, länger als die übrigen gemacht werden muß. Fig. 124 ist ein Vertical-Schnitt des Rades und des Getriebes. Fig. 126 ist die Stirn-Ansicht der linken Felge, nach Q R, wenn man sich die zur rechten Hand abgeschraubt denkt, wo dann f und g die quadratischen Schrauben-Löcher sind. Fig. 127 ist dann die Stirn-Ansicht der Felge rechter Hand. Kranz und Arme sind durch 16 Schrauben mit einander verbunden, welche Verbindung in Fig. 128 und 129 ebenfalls in vergrößertem Maßstabe gezeichnet ist, wo Fig. 128 wieder ein Theil eines Armes und des Kranzes, von hinten gesehen, Fig. 129 aber der Durchschnitt gerade neben der Arm-Rippe O P ist. Links Fig. 130 ist ein Durchschnitt des Armes mit seiner Rippe aus Fig. 128 und 129 nach Q R. Rad und Getriebe sind auf schmiedeisernen Wellen, jedes durch 8 Schlußkeile, befestiget. In der Voraussetzung vollkommner Zusammensetzung und fester Verbindung der 5 Stücke unter einander, aus welchen das Rad besteht, müssen wir dieser Construction unsern vollen Beifall zollen.

§. 136.

Hölzernes Kron-Rad mit cylindrischer Laterne.

Blatt 20. Fig. 131—138.

Bl. 20. Kronräder, sonst Kammräder genannt, mußten vor Erfindung der conischen Räder deren Stelle vertreten, und finden noch häufig und be-

---

wir es für überflüssig, über die Projection dieser Räder zu sprechen, so wie überhaupt die Beschreibung derselben weiter auszudehnen. Das Nämliche gilt auch von der folgenden Construction.

sonders da Anwendung, wo das eingreifende Getriebe in der Richtung der Bl. 20.
Achse öfters verändert werden muß, wie dieses bei unsern gewöhnlichen deutschen Mahlmühlen der Fall ist, und wobei conische Triebstöcke nie angewendet werden können.

In Fig. 131 — 138 ist ein Kronrad mit cylindrischer Laterne darge- Fig. 131 bis 138.
stellt, welches vom Verfasser ausgeführt worden ist; indem wir dieses Rad beschreiben, bemerken wir hinsichtlich Fig. 131 und 132 zunächst, daß Fig. 131 erste verticale Projection ist, wobei man sich in dem obern Quadranten die Kämme herausgenommen gedacht hat; Fig. 132 ist zweite verticale Projection, am obern Theile mit einer senkrechten Ebene durchschnitten gedacht. Das Rad hat 6 Arme, und ist für den deutschen Wellen-Verband (der punktirte Kreis bezeichnet die Welle) angeordnet. Um das Ueberschneiden der Arme deutlich zu machen, haben wir selbe in Fig. 136 noch eigens dargestellt, und zwar in einer verticalen Projection in A B C so, wie sie zusammengestellt erscheinen; A′ ist erste verticale Projection des Armes A, wenn beide Arme B und C herausgenommen sind; A″ verticale Projection von A, wenn man sich den Arm umgelegt denkt; ebenso sind B′B″, und C′C″ Projectionen der Arme B, C unter gleichen Voraussetzungen, wie bei A. — Um mit den Armen in der Welle gehörig zusammenfahren zu können, muß das Loch für den Arm B um $1/3$ seiner Breite, das Loch für den Arm C aber um $2/3$ der Breite länger gestemmt werden; die längeren Löcher werden dann, wenn die Arme an ihrer Stelle sind, gut ausgekeilt. Den Nichtpraktikern ist zu rathen, sich die Ueberschneidung der Arme zu modelliren, wodurch selbe anschaulicher und begreiflicher gemacht wird. Die Armdicke beträgt gewöhnlich 1 Theilung, die Breite aber 3 Theilungen. Der Radkranz besteht aus zwei auf einander genagelten Felgenreihen, wie wir schon gehört haben; die Felgen der untern Reihe, welche innen gerade sind, heißen Spiegelfelgen, auch Brustfelgen; die obern, innen und außen krumm gearbeiteten, aber Kranz-, auch Kronfelgen. Die Dicke jeder Felgenreihe wird gewöhnlich gleich einer Theilung genommen, ist jedoch hier geringer. Die Breite der Kranzfelgen ist 2 — $2\frac{1}{2}$ Theilung. Die Spiegelfelgen, deren Anzahl, sowie die der Kranzfelgen gleich der Arme-Zahl, hier 6 ist, werden in der Mitte zwischen zwei Armen stumpf gestoßen; ebenso die Kranzfelgen auf der Mitte eines jeden Armes. Die Breite der Spiegelfelgen ergibt sich aus ihrer Anzahl und der festgesetzten Breite der Kranzfelgen. Der Theilkreis befindet sich auf der Mitte der Kranzfelgen, so daß die halbe Kammbreite nach innen und außen trifft. Hinsichtlich des Verhältnisses der Zähne und ihrer Form weisen wir auf §. 120 zurück. Die Löcher a, a, a für die Kämme werden von einigen zuerst gebohrt und nur

Bl. 20. Fig. 131 bis 138. bis zu den Brustfelgen gestemmt, wo dann die Kammstiele oben am Kopfe eckig, gegen das Ende aber cylindrisch auslaufen; besser ist es, die Löcher wie b b b sogleich viereckig durch den ganzen Kranz zu stemmen. Die Kammlöcher werden in der Richtung der Radien, im Ganzen um 1'' schmäler als die ganze Kammbreite, wo also jeder Kamm außen und innen um ½'' abgesetzt wird, wie in Fig. 132 oben im durchschnittenen Theile bei a b ersichtlich ist; die Breite der Kammlöcher ist gleich der Dicke der Kämme. Die Kammstiele werden so lang gemacht, daß sie an der Rückseite des Rades, bei c d Fig. 132, um 1½''—2'' über die Spiegelfelgen vorragen, wo dann die Kämme verbohrt und mit hölzernen Nägeln (Eichen- oder Birkenholz) von ½'' Dicke mit dem Kranze befestiget werden.

Fig. 138 ist ein Kamm, zur größeren Deutlichkeit noch übereck dargestellt.

Die Arme, welche immer so angeordnet werden, daß jeder auf die Mitte einer Spiegelfelge trifft, werden zunächst in diese, wie Fig. 131 bei c ersichtlich, um ¾''—⅘'' stumpf eingeschnitten, und außerdem wird jeder Arm noch an der hintern Radseite in die Spiegelfelgen um ½''—¾'' versetzt und durch Schrauben e, f, g mit dem Kranze vollkommen fest verbunden. Fig. 137 ist der Theil eines Armes, mit welchem selber den Kranz trägt, übereck dargestellt, wo d c der in die Spiegelfelge eingesetzte Theil, h k die Versatzung in dem flachen Hinterstück, und e das Schraubenloch ist. Wenn ein Arm auf einen Kamm trifft, wie es hier mit sechsen der Fall ist, so wird der Arm durchlocht und der Kamm auf der Hinterseite des Armes vernagelt, wie in Fig. 132 bei l m und n ersichtlich ist.

Das Getriebe ist in Fig. 133—135 dargestellt, und ein solches mit cylindrischen Triebstöcken, welche in hölzernen Scheiben durch schmiedeiserne Ringe festgehalten werden. Fig. 133 ist erste verticale Projection mit umgelegtem Theilkreise, und auf der linken Seite mit einer Ebene durchschnitten gedacht; Fig. 134 ist horizontale Projection und Fig. 135 ein Stück einer Scheibe, mit einer Ebene in der Mitte durchschnitten gedacht. Dieses Getriebe ist zum Aufstecken auf eine viereckige schmiedeiserne Welle beantragt; damit aber die Scheiben beim Aufkeilen mittelst flacher eiserner Keile nicht so leicht splittern können, ist in jeder Scheibe, wie in Fig. 134 und 135 ersichtlich, eine viereckige schmiedeiserne Platte eingelassen, welche mittelst Holzschrauben, besser noch mit eignen Niet-Nägeln, festgehalten wird. Uebrigens gilt von dem Rad sowohl, als dem Getriebe im allgemeinen das, was wir schon bei cylindrischen Rädern und deren Getrieben angeführt haben.

Zur Ersparung eines Rades, und hauptsächlich um Platz zu gewinnen, ordnet man Kammräder so an, daß ein Kammrad gleichzeitig auch ein Stirnrad ist, wo dann die Kämme für letzteres an der äußern Rad-Peripherie zwischen den Kronkämmen angebracht werden, wobei aber der Kranz, sowie die Arme stärker genommen werden müssen. Bl. 20.

§. 137.

Hölzernes conisches Rad und conische Laterne mit conischen Triebstöcken.

Fig. 139 — 144.

Hölzerne conische Räder mit conischen Zahngetrieben aus Gußeisen, sowie besonders mit conischen Laternen, wie das vorliegende Fig. 139—144, sind statt der Kronräder vom Verfasser bereits mehrere, namentlich in der Tuchmanufactur von Röckenschuß, dann der vom Verfasser erbauten Gastinger'schen Oelfabrik in München ausgeführt worden, und ihre Güte hat sich allenthalben durch mehrjährigen guten Gang und geringe Abnützung bewährt; allein wenn schon im allgemeinen diese Eigenschaften nur durch eine fleißige Ausführung der richtigen Construction erreicht werden, so ist bei den hölzernen conischen Rädern umsomehr Genauigkeit nothwendig, und besonders darauf zu sehen, daß die nothwendige Festigkeit des Kranzes an und für sich, sowie besonders dessen Befestigung mit den Armen, und des Ganzen mit der Welle im höchsten Grade erreicht wird. Die Construction dieses Rades ist übrigens gleich der des vorhin beschriebenen Kronrades 131—138, nur mit dem Unterschiede, daß, während dort deutscher Arm-Verband gewählt und zur größeren Festigkeit an der inneren Kranz-Peripherie nicht ausgebogene Spiegelfelgen genommen wurden, hier Fig. 139—144 überschnittene Arme mit holländischem Verband, wodurch die Festigkeit durch das Ausbiegen der Spiegelfelgen keineswegs gefährdet, sondern das Rad ein schönes Ansehen erhält, in Fertigkeit ein weit höherer Grad erreicht wird; wozu besonders das beiträgt, daß, da durch das Ueberschneiden der 6 Arme eigentlich deren 12 entstehen, jeder derselben in den Spiegelfelgen innerhalb, sowie auf der ebenen Hinterseite derselben so versetzt ist, wie beim Kronrad, und außerdem jeder Arm eine eiserne Schraube erhält, durch welche, da hier jetzt deren 12 vorhanden sind, der aus zwei Felgenreihen bestehende Kranz festgehalten, und nach eintretendem Schwinden die Schrauben wieder nachgezogen werden können. In Fig. 144 ist ein Stück eines Armes übereck dargestellt, wo, wie Fig. 139 bis 144.

Bl. 20. Fig. 139 bis 144. in Fig. 137, die Versatzungen sowie das Schraubenloch mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind. Dicke und Breite der Arme stehen in gleichem Verhältnisse, wie bei den Kronrädern. Bevor wir in der Beschreibung weiter gehen, bemerken wir, daß Fig. 139 erste verticale Projection des Rades ist, wo man sich aus dessen obern Quadranten die Kämme herausgenommen gedacht hat, und Fig. 140 zweite verticale Projection, wobei man sich ebenfalls den oberen Theil mittelst einer verticalen Ebene in der Mitte durchschnitten gedacht hat; Fig. 141 ist erste verticale, Fig. 142 horizontale Projection, und Fig. 143 ein Stück einer Scheibe der Laterne, in der Mitte durchschnitten. — Daß man beim Zeichnen dieser Räder und deren praktischen Ausführung, gleich wie bei Herstellung der Modelle für die gußeisernen conischen Räder damit beginnt, die zu verzahnenden Kegel auf den größeren Theilkreis aufzutragen, um die Abschrägung der Kränze, Form der Zähne ꝛc. bestimmen zu können, ist einleuchtend.

Außerdem ist noch zu bemerken, daß, sobald die gemeinsame Kegelkante **K C M**, sowie der auf sie in **C** errichtete Perpendikel **H C G** gezogen ist, man dann in **H** den Mittelpunkt des Erzeugungs-Kreises vom Radius **H C** für die Epicykloide erhält, mit welcher in der parallelen Entfernung eines Triebstock-Radius die eigentliche Abrundungs-Curve gezogen wird. Grundkreis ist dann der stellvertretende Theilkreis **C K**, vom Radius **C G**. — Die Triebstöcke sind Kegel, deren Basen Kreise sind, und deren Spitzen sich in **M** befinden; man bestimmt die Kammbreite in der Richtung von **C M**, dann die Abschrägung **h g** der Kranzfelgen-Lage Fig. 140 so, daß zwischen den Spindeln und deren Grund ein Zwischenraum bei **h** und **g** von $\frac{1}{2}''$—$\frac{3}{4}''$ bleibt; hiernach kann man erst die Dicke der Kranzfelgen so bestimmen, daß bei **h i** wenigstens noch $\frac{3}{4}''$ Stärke bleibt. Die Spiegelfelgen haben zu ihrer Dicke meist die halbe Theilung, zu ihrer Breite $1\frac{3}{4}$—2 Theilungen. Die Löcher für die Kammstiele stehen senkrecht auf **g b**. Die Spindeln läßt man unten und oben um $\frac{3}{4}''$—$1''$ länger als die Kämme breit sind, und gibt beiden Getriebe-Scheiben eine Abschrägung nach innen, so daß jede Spindel-Achse rechtwinklig auf diesen Abschrägungen steht, was die Arbeit des Einpassens der Spindeln in die Scheiben erleichtert. Die Scheiben sind aus Strahlen zusammengesetzt und werden durch 4 Schrauben a′, b′, c′ Fig. 142 zusammengezogen, und, da jede Schraube unten und oben mit einem Ansatze b Fig. 143 versehen ist, in der gehörigen Entfernung von einander festgehalten. In jeder Scheibe ist ein Kreuz aus Schmiedeisen eingelassen, durch welches die Schrauben gehen, und

auf welchem die Muttern aufliegen; dieses Kreuz dient zur stärkeren Befestigung der aus Strahlen zusammengesetzten Scheiben, sowie auch zum Aufkeilen der Laterne auf die viereckige schmiedeiserne Welle. Die Spindeln werden durch zwei schmiedeiserne Ringe in der Scheibe festgehalten, welche Ringe stets handwarm angelegt werden müssen. Das Uebrige wird aus der genau ausgeführten Zeichnung und den vorhergegangenen Erklärungen über die hölzernen cylindrischen und Kronräder, und der Construction conischer Räder im allgemeinen, sowie aus den Blättern 18 und 19 eiserner und gemischter conischer Räder klar werden. Bl. 20.

§. 138.

Holländischer Verband.

Fig. 145—147.

Da es gerade noch der Raum gestattete, haben wir in Fig. 145—147 (Fig. 145 ist erste verticale Projection, Fig. 146 zweite verticale Projection, und Fig. 147 die verticale Projection einer einzelnen Scheibe) noch einen vom Verfasser ausgeführten holländischen Verband eines der größern Kammräder, aus 18 gußeisernen Felgen zusammengesetzt mit einer hölzernen Welle, mit aufgenommen. Wie aus der Projection sogleich ersichtlich, besteht dieser Verband aus zwei gußeisernen Scheiben a b, c d, zwischen welchen jeder Arm durch eine Schraube festgehalten wird; dabei ist zu bemerken, daß jeder hölzerne Arm, da das Rad 26′ Diameter hatte, noch mit einem eigenen Stützarm versehen war, welche alle wieder von einer gußeisernen Scheibe, durch Schrauben befestiget, getragen wurden. Fig. 145 bis 147.

§. 139.

Transmission der Bewegung für die neu erbaute Brudermühle, berechnet und construirt von S. Haindl, k. Professor.

Blatt 21. Fig. 148—154.

Als Beschluß der Abtheilung: „Verzahnungen" liefern wir noch auf Blatt 21 die ganze Zusammenstellung einer Transmission der Bewegung der neu erbauten Brudermühle bei München, wie selbe vom Verfasser angeordnet und ausgeführt worden ist. Bl. 21. Fig. 148 bis 153.

Hinsichtlich der Transmission der Bewegung bemerken wir, daß, nachdem selbe für dieses Werk eine Zusammenstellung der bis daher abgehandelten Details von Maschinen bildet, wir in der Voraussetzung des gehörigen Verstehens jener, und um die Zeichnung möglichst rein zu halten, das Einschreiben der Maße (Cotiren) unterlassen haben;

Bl. 21. Fig. 148 bis 154. übrigens sind, wie bei den früheren Blättern, doppelte Maßstäbe vorhanden. Diese Mühle hatte 14 Mahlgänge, welche durch 5 Wasserräder getrieben wurden, und so angeordnet waren, daß 6 Gänge immer zu Paar und Paar von einem Rade, und die anderen 8 Gänge zu 4 und 4 von 2 Rädern in Bewegung gesetzt wurden, wobei jedoch jeder Gang einzeln für sich abgestellt (außer Bewegung gesetzt) werden konnte. Die Wasserräder und deren Wellen waren von Holz, letztere mit gußeisernen Ringzapfen versehen und in Anwellen aus weichem Gußeisen gelagert, wie aus Fig. 148 als erster verticaler, dann Fig. 149 als zweiter verticaler Projection und aus Fig. 150 als Verticalschnitt ersichtlich ist. An dem einen Wellen-Ende, dem Ringzapfen zunächst, befindet sich das gußeiserne conische Rad mit hölzernen Kämmen, das in ein gußeisernes Zahngetriebe eingreift, welch letzteres auf der gußeisernen hohlen Königswelle mit 8 schmiedeisernen Keilen befestiget ist; an der nämlichen Welle ober diesem Zahngetriebe befindet sich, von 4 an die Welle angegossenen Consolen getragen und mit 8 Keilen befestiget, ein großes mit hölzernen Kämmen versehenes gußeisernes Stirnrad, in welches die hier aber nicht angedeuteten, auslösbaren gußeisernen Zahngetriebe eingreifen, durch welche den Mühlsteinen die Bewegung mitgetheilt wird. Dieses große Stirnrad, wovon in Fig. 151 ein Theil horizontal projicirt und in Fig. 152 ein Durchschnitt ist, wurde, um nicht sein Gewicht durch die die Möglichkeit des Gusses aus einem Stücke bedingenden Dimensionen zu vergrößern, aus zwei Theilen gegossen, von welchen der Kranz mit den 8 Armen, welche nicht ganz bis zur Nabe reichen, den einen, dann diese mit den übrigen, die Armlänge ergänzenden Stücken, den anderen Theil bilden, welche beide durch doppelte Vermuffung und Schrauben, von denen 6 auf einen Arm treffen, wie aus Fig. 151 und 152 ersichtlich, verbunden sind.

Fig. 153 ist eine zweite Projection des aus weichem Gußeisen ausgeführten Halsbandes für die oberen Zapfen der Königswelle, dessen andere Projection in Fig. 148 ist. Fig. 154 ist gleichfalls eine zweite Projection der Pfanne, deren Construction aus Fig. 148 — 150 ersichtlich ist. — Unmittelbar am Halsband des oberen Zapfens der Königswelle ist diese mit noch weiter fortgehenden, hohlen Wellen für Putz-Maschinen, Züge ꝛc. zusammengekuppelt, welche Wellen-Fortsetzung wir in der Abtheilung: „Kuppelungen" noch nachtragen, sowie über die vortheilhafte Stellung der Räder das Nöthige anführen werden.

Fünfte Abtheilung.

Rollen und Scheiben mit Schnüren, Bändern und Ketten.

Blatt 22 und 23.

Allgemeine Erklärung.

§. 140.

Die Rollen finden im Maschinen-Baue vielfache Anwendung, und dienen theils zur Verminderung der Reibung, theils zur Fortpflanzung der Bewegung, so wie zur Veränderung der Richtung letzterer. Dieselben werden am öftesten aus Holz und Metall gemacht, und, ihren Functionen angemessen, entweder cylindrisch oder nach einer Revolutionsfläche (Umdrehungsfläche) manchmal auch conisch gestaltet. Wenn die Arbeiten einer Maschine darin bestehen, Lasten von einem Orte an einen andern hinzubringen, oder von der Art sind, daß irgendein Theil eine continuirlich fortgehende oder hin- und hergehende (fortschreitend wiederkehrende) Bewegung nothwendig macht, so sucht man die durch das Gewicht jener Lasten auf ihre Unterlager, oder durch die die Last in einer bestimmten Richtung erhaltenden nothwendigen Leitungen entstehende Reibung dadurch möglichst zu verringern, daß man entweder den gleitenden Theil, oder dessen Unterlager und Leitungen mit beweglichen Rollen versieht, welche im kleinen Verhältnisse Frictions-Rollen, im größeren Frictions-Räder, und bei allen Transportwagen Räder glattweg genannt werden. Diese Frictions-Rollen und Räder sind mit Achsen versehen, welche entweder, jedoch nur in kleinem Verhältnisse, und wo die Rollen aus Guß- oder Schmiedeisen gemacht werden, aus einem Stücke mit denselben, oder so damit verbunden sind, als ob dieses der Fall wäre; in vielen Fällen sind aber auch die Achsen der Rollen fest, und diese bewegen sich um jene.

§. 141.

Wenn Rollen oder Räder auf festen geradlinigen Bahnen laufen, so kann die Fläche, mit welcher sie die Bahnen berühren, von cylindrischer oder nur wenig convex-wulstförmiger Form seyn, wie Blatt 22, Fig. 1 und Fig. 2; sind aber die Bahnen entweder abwechslungsweise gerade und krumm, oder ganz krumm, so muß die Gestalt der Räder, wie in Fig. 3, jedenfalls eine convex-wulstförmige seyn, und es muß die Con- Bl. 22. Fig. 1 und 2. Fig. 3.

Bl. 22. verität um so größer werden, je kleiner der Krümmungs-Halbmesser einer Bahn-Curve ist, wo dann die Rollen, wie bei den Drehschei-
Fig. 4. ben der Eisenbahn und ähnlicher Vorrichtungen, wie Fig. 4, anzuordnen sind. Damit aber die Räder von ihrer Bahn nicht abweichen können, sondern derselben zu folgen gezwungen sind, müssen entweder die
Fig. 1 und 2. Bahnen, wie Fig. 1 und 2 bei c und d, mit überstehenden Wänden versehen werden, wobei dann die Bahn für jedes Rad einen Falz bildet, oder man
Fig. 5. muß die Räder mit vorstehenden Rändern versehen, wie Fig. 5, was die jetzt gewöhnliche Anordnung der Räder bei Locomotiven und den übrigen Wagen der Schienenwege (Eisenbahnen) ist.

§. 142.

In vielen Fällen, wo es die Umstände nicht gestatten, zwei nebeneinander parallel gehende Geleise oder Schienen, wie bei den jetzigen Eisenbahnen, anzuordnen, sondern wo man sich nur mit einem Geleise begnügen muß, und wo dann die Last nur von einem oder auch mehreren, jedoch nur in einer Richtung stehenden Rädern getragen oder unterstützt wird, muß entweder jedes Rad mit zwei Rändern, Wänden (Wandeln), wie in Fig. 6 und 7 a′ b′ und c′ d′ versehen seyn, oder man gibt der Bahn, wie in Fig. 8, vorstehende Ränder oder Leisten, so daß die Räder in einem Falze e′ f′ g′ h′ laufen, der das Abgleiten nach den Seiten verhindert.

Fig. 7 und 8. Diese Anordnung, Fig. 7 und 8, ist jedoch nicht für eigentliche, auf horizontalen Bahnen laufende Wagenräder zu gebrauchen, sondern hier sind die Räder im eigentlichen Sinne Frictions-Rollen, und dienen zur Verwandlung einer Kreisbewegung in eine geradlinig fortgehend wiederkehrende mittelst eines Krummzapfens, — §. 38 bereits beschrieben — von welchem die Zugstange (Stelze) ausgeht, und an ihrem andern Ende durch die Achse q q′ Fig. 6—8 der Frictions-Rolle verbunden ist, welch letztere dann, um die Achse sich drehend, durch die doppelte Bahn o p, o′ p′, hier Coulissen genannt, in gerader Richtung erhalten wird. Mehr hievon in der Abtheilung: „Verwandlung der Bewegungen.“

Fig. 9 und 10. Wo die Räder auf horizontaler Bahn gehen, und man nur eines oder auch mehrere Räder, jedoch in einer Richtung anzuordnen gezwungen ist, gibt man den Rädern concave, prismatische oder wulstförmige Nuthen und gestaltet die Bahn eben so, wie in Fig. 9 und 10. Da jedoch hier ungleiche Peripherie-Geschwindigkeiten stattfinden, so ist die Reibung zwischen der Bahn und den Rädern sehr groß, und es ist diese Anordnung nur dann zuläßig, wenn das Gewicht der über diese Bahnen bewegten

Lasten nicht zu beträchtlich ist, nicht continuirliche Bewegung stattfindet, Bl. 22.
und wenn man auf ebener Bahn, wie Fig. 9, das Liegenbleiben von zu- Fig. 9 bis 12.
fälligen, den Gang hemmenden Hindernissen zu scheuen hat.

Fig. 9, wobei die Räder und die Bahnen a von Gußeisen sind, ist die Anordnung bei den Coulissen im königl. Hof- und Nationaltheater zu München. Nach Fig. 10 wurde vor mehreren Jahren durch den Ingenieur Benjamin Watt in Cardiganshire in Nord-Walis eine Eisenbahn, deren Schienen an ihrer Oberseite elliptisch geformt waren, angelegt, welche aber später, der beträchtlichen Abnützung der Räder und Schienen halber, abgeändert, und ähnlich der jetzigen Anordnung, Fig. 5, hergestellt worden ist.

Zur Verminderung der Reibung werden Rollen auch statt der Zapfenlager besonders bei horizontalen Wellen angewendet, wo man sie gleichfalls Frictionsrollen oder Frictionsräder nennt. Da dieselben jedoch bei größeren Maschinen nicht mit Vortheil, und selbst im kleinern Verhältnisse nur eine beschränkte Anwendung finden, so hat man hier nur ein Beispiel in Fig. 11 und 12 aufgeführt, wo c c' der Wellzapfen, a b und a' b' die Frictions-Rollen sind.

§. 143.

Wenn eine Bewegung durch Schnüre, Seile nach verschiedener Richtung fortgepflanzt wird, so legt man das Seil da, wo es seine Richtung ändern muß, zur Verminderung der Reibung statt auf eine feste Unterlage über eine Rolle, Fig. 13 und 14, die man eine feste, einfache Fig. 13 und 14.
oder unbewegliche Rolle nennt, zum Unterschiede der beweglichen, losen oder Zugrollen, Fig. 15 und 16, deren beider Unterschied darin be- Fig. 15 und 16.
steht, daß, während die einfache Rolle in eine geeignete Fassung, Docke oder Gehäuse gelegt, nur einer Bewegung um ihre Achse fähig ist und ihre Stelle nicht verläßt, die lose Rolle aber nebst der Bewegung um ihre Achse mit ihrem Gehäuse, hier Kloben genannt, sich aus ihrer anfänglichen Stelle weiter bewegt.

Jede dieser Rollen hat an ihrem Umkreise eine concav wulstförmige Rinne, Schnur- oder Seillauf, dessen Gestalt so seyn muß, daß das Abgleiten des Seiles nicht stattfinden kann. Die Rollen werden im kleinen Verhältnisse aus Bein, Horn, Holz, Eisen und Messing, im größeren aber nur aus Holz, Eisen und Messing, der Kloben aus Holz, Eisen und Messing, die Achsen aber gewöhnlich nur aus Schmiedeisen oder Stahl gemacht. Die Achsen sind in den meisten Fällen mit den Rollen nicht fest verbunden, sondern sie liegen lose in denselben, und die Rollen drehen sich um die Achsen.

Bl. 22. Die cylindrischen Oeffnungen zur Aufnahme der Achsen werden bei metallenen Rollen gut ausgebohrt und die Achsen abgedreht; hölzerne Rollen erhalten eiserne oder messingene Büchsen, welche gleichfalls aus-
Fig. 17 und 18. gerieben oder ausgebohrt seyn müssen. Fig. 17 und 18 ist eine kleine feste Rolle mit schmiedeisernem Kloben, welcher an seinem obern Ende ein Holzgewinde trägt, mittelst dessen die Rolle durch Einschrauben in einem Balken fixirt wird; m m′ ist die Büchse aus starkem Eisenblech, welche bei m m′ einen Bart hat, der das Drehen derselben verhindert. Gut ausgetrocknetes Buchen- und Eschenholz eignet sich am besten für hölzerne Rollen, welche man immer wo möglich aus einem Stücke macht, wobei aber ihr Diameter 12″, höchstens 15″ nicht übersteigen soll, indem selbe sonst durch das Schwinden oval werden. Diese Rolle wurde vom Verfasser mehrmals ausgeführt und hat sich gut bewährt.

Hölzerne Rollen.

§. 144.

Fig. 13—16 und Fig. 19—21.

Fig. 13 und 14. In Fig. 13 und 14 ist eine hölzerne feste Rolle größerer Gattung dargestellt, bei welcher die Büchse in zwei eingelassene schmiedeiserne Platten a′ b′ eingenietet, und durch 4 an der äußern Seite der Platte vernietete Bolzen festgehalten wird. Die Rolle ist mittelst des Klobens, der bei d mit einem starken Ansatze versehen ist, auf einem Balken mittelst der Schraube e befestiget. Diese Rolle, Fig. 13 und 14, wurde vom Verfasser mehrmals ausgeführt und hat sich seit Jahren gut bewährt.

Fig 19 bis 21. Fig. 19 — 21 ist eine vom Verfasser oft ausgeführte feste Rolle, wobei der Kloben a b, a′ b′, und die Achse c d, c′ d′ durch die Schließe e f, e′ f′ festgehalten, dann der Haken g h, g′ h′ zum Aufhängen, um welchen sich der Kloben mit der Rolle drehen kann, aus Schmiedeisen, die Rolle aber aus Gußeisen gefertigt, und wie aus Fig. 21 ersichtlich, des gefälligen Aussehens halber und um mehr Leichtigkeit zu erzielen, auf beiden
Fig. 15 und 16. Seiten ausgehöhlt ist. Fig. 15 und 16 ist eine bewegliche gußeiserne Rolle mit schmiedeisernem Doppelkloben, auch Kreuzkloben genannt, wobei das Kreuzstück o p, o′ p′ deßwegen vorhanden ist, damit das Seil nicht aus der Rolle geworfen werden kann. Bei den beweglichen Rollen müssen die Kloben sowohl oben bei q q′ als unten bei r r′ geschlossen oder mit einem Hacken oder Ring (Oese) wie r r′ versehen seyn, weil an dem einen r′ die Last angehängt wird, an dem andern q q′ dagegen das Zugseil festgebunden wird, das sich dann noch um eine feste Rolle schlägt. Da es nicht im Plane des Werkes liegt, Flaschenzüge zu beschreiben, so begnügen wir uns mit dieser kurzen Andeutung über bewegliche Rollen.

§. 145.

Bl. 22.

Fig. 22 — 39.

Bei den bisher beschriebenen Fällen war der Zweck der Anwendung der Rollen stets Verminderung der Reibung; allein es gibt im Maschinenbaue auch Fälle, wo man bestrebt seyn muß, die Reibung nicht nur nicht zu vermeiden, sondern dieselbe auch herbeizuführen und zu vermehren. Unter diesen wollen wir zunächst den Fall betrachten, wo man eine Bewegung von einer Rotationsachse zu einer anderen davon entfernten, mittelst endloser, um Rollen oder Trommeln gelegter Schnüre, Seile, Bänder, Riemen oder Ketten fortpflanzt. Eine Bewegung auf diese Weise fortzupflanzen, wird vielfältig und überall da angewendet, wo ruhiger, gleichförmiger Gang einer Maschine wesentliche Bedingung, und der zu bewältigende Widerstand nicht zu beträchtlich ist. Da die Triebkraft bei der Fortpflanzung einer Bewegung durch Schnüre mittelst der Reibung derselben auf den Rollen hervorgebracht wird, so gibt man den Rollen auf ihren Peripherien spitzwinklig concave Einkerbungen, Riem-, Schnur- oder Seil-Läufe genannt, Fig. 22, in welche sich die Schnur oder das Seil s Fig. 22.
einzwängt und hinlänglich viele Punkte berührt. Schnüre wendet man nur im kleinen Verhältnisse, wie bei Spinnrädern u. dgl. an, wo man sie dann aus Seide oder Wolle macht; bei größeren Maschinen, wie bei Drehbänken, gebraucht man Schnüre oder Seile aus Hanf, gedrehte Riemen oder auch Darmsaiten; bei noch größeren aber gebraucht man flache Gurten aus Hanf oder Riemen von Thierhäuten und Gutta-Percha, welche zusammengenäht werden, so daß sie ein endloses Band bilden, oder, was aber nur bei Gurten und Riemen geschehen kann, mit Schnallen versehen werden, so daß sie, wenn sie sich dehnen, was unvermeidlich in der Zeit eintritt, wieder nachgezogen werden können. Für Gurten und Riemen gestaltet man die Trommeln und Rollen entweder cylindrisch, wie Fig. 23 bis 29, oder bei einzelnen Rollen nach einer convex-wulstförmigen Ober- Fig. 23 bis 29.
fläche, Fig. 30 und 31, wobei die Convexität a′ b′ wenigstens $1/_{10}$ der Rollen- Fig. 30 und 31
dicke c′ d′ betragen soll. Bei gehöriger Spannung der Schnüre oder Riemen gleiten selbe nicht ab, sondern pflanzen die Geschwindigkeit gleich den verzahnten Rädern im constanten Verhältnisse, nämlich im umgekehrten von dem der Diameter beider Rollen oder Trommeln fort, so daß, wenn z. B. der Durchmesser der einen Rolle Fig. 32 a = 18″, der der Rolle b = 9″ ist, b zwei Umdrehungen während einer von a machen würde. Ist der Widerstand nicht von Bedeutung, und erlaubt es der Zweck, daß sich beide Rollen nach der nämlichen Richtung drehen dürfen, so legt man die Schnüre oder Riemen wie in Fig. 32; wo hingegen der Fig. 32.
Widerstand größer ist, oder die Rollen sich nach entgegengesetzter Richtung

Bl. 22. Fig. 30 und 31. drehen müssen, kreuzt man die Schnur wie in Fig. 33. In Fig. 30 und 31 ist eine hölzerne Rolle für Gurten und Riemen, wie selbe der Verfasser mehrmals ausgeführt hat. Diese Rolle besteht, wie aus Fig. 31 ersichtlich, aus 3 sich mit den Jahren (Fasern) überkreuzenden Bohlenlagen aus Fichtenholz, auf welche an der Außenseite aus Strahlen gebildete Scheiben von Eichenholz geleimt und mittelst hölzerner, an der Außenseite verkeilter Nägel befestigt sind. Zwei Kreuze aus Schmiedeisen, durch vier Schrauben verbunden, geben der Rolle die nöthige Festigkeit, und dienen zum Festkeilen auf der schmiedeisernen Welle, über welche Fig. 34 und 35. die Rolle abgedreht ist. — Fig. 34 und 35 ist auf ähnliche Weise construirt, hat aber, um das Abgleiten des Riemens zu verhüten, zwei Seitenwände o′ und p′, Fig. 35. Diese Seitenwände sind, vorausgesetzt daß die Riemen gehörig gespannt bleiben, überflüssig, und sogar, wenn sie nicht ziemlich hoch gemacht werden, nachtheilig, indem die Riemen auf die Ränder hinaufsteigen und dadurch ruinirt werden; da aber diese Rolle, wie selbe der Verfasser bei einer Griesputz-Maschine in einer verbesserten Getreidmühle angewendet hat, nicht immer fest gespannt bleibt, sondern oft ausgelöst wird, so mußten diese Wände o′ p′ angebracht Fig. 36 und 37. werden, bloß um das Abwerfen des Riemens zu verhüten. Fig. 36 und 37 ist eine schiefstehende Rolle, wie selbe bei den Cylindern der amerikanischen Mühlen angewendet werden, bei welchen wegen des Abgleitens des Riemens auf der rechten Seite gleichfalls eine höhere Wand o p, o′ p′ nothwendig wird.

Fig. 23 bis 29. In Fig. 23 bis 29 haben wir hölzerne Rollen angeführt, von denen Fig. 23 und 24 aus 3 geästerten Stücken a, b und c besteht, — (geästert oder gespundet, man sehe die Abtheilung: Holzverbindungen), — und durch 2 Schrauben d e und f g zusammengehalten wird. — In Fig. 25 bis 29 besteht jede Rolle aus zwei Stücken a b mit zwei eingeschobenen Federn, von denen jede durch 2 auf den Seiten eingelassene Bruchen c d, e f und 4 Schrauben befestigt ist. Dieser Rollen, Fig. 23 bis 29, aus zwei oder drei Stücken, bedient man sich in Fällen, wo man mit ganzen Rollen wegen schon vorhandener Räder oder Kurbeln ꝛc. nicht über die Wellzapfen anfahren kann.

Fig. 38 und 39. Fig. 38 und 39 ist eine hölzerne Rolle größerer Gattung, welche vom Verfasser bei einem Getreid-Aufzug in einer verbesserten Mühle ausgeführt wurde. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besteht diese Rolle, eigentlich Rad, aus einem aus 5 Felgenreihen a b c d e gebildeten Kranze von Fichtenholz, wobei die Fasern in der Richtung der Radien genommen sind. Auf diesen Kranz sind aus Felgen gebildete Wände f g, f′ g′, zu beiden Seiten mittelst hölzerner Nägel aufgenagelt und auf der

Außenseite verkeilt. Mittelst 4 holländischer Arme, welche durch 8 Schrauben mit dem Kranze verbunden sind, erhält das Rad seine Befestigung mit der durch gestrichelte Linien angegebenen quadratischen hölzernen Welle durch Aufkeilen. Bl. 22.

Eiserne Rollen.

§. 146.

Blatt 23, Fig. 40—55. Bl. 23.

Blatt 23 Fig. 40 bis 55 hat man, der Analogie des in diesem Werke bis daher befolgten Stufenganges halber, noch 7 Rollen größerer und kleinerer Gattung von Gußeisen für Gurten und Riemen aufgenommen, welche theils vom Verfasser selbst, theils von andern ausgeführt worden sind. Eine detaillirte Beschreibung jeder einzelnen Rolle hält man deßwegen für überflüssig, weil bei deren Construction, in Betreff der Einrichtung der Nabe zur Befestigung mit der Welle, dann der Arme und deren Verbindung mit der Nabe und dem Kranze, wo besonders letztere sowie auch die Arme im Ganzen schwächer gehalten werden als bei Zahnrädern, dieselben Rücksichten obwalten wie bei gußeisernen Zahnrädern, indem einestheils bei den Rollen die überzutragende Kraft schon im allgemeinen geringer, dann auf mehrere Punkte der Peripherie vertheilt ist, und eine ruhigere und gleichmäßigere Bewegung stattfindet als bei jenen; anderntheils aber möglichste Verringerung des Gewichtes deßwegen noch besonders wünschenswerth ist, weil häufig der Fall eintritt, daß man die Rollen nicht einem Zapfenlager zunächst, sondern oft in der Mitte zwischen zwei Lagern auf der Welle placiren muß. Bei größerem Diameter construirt man die Rollen wie Fig. 50, Fig. 51, um selbe leicht zu bekommen, gleichfalls so, daß Nabe, Arme und Kranz zwar aus einem Stücke sind, letzterer aber nur so breit ist, daß man auf ihm den eigentlichen Riemlauf aus starkem Eisenblech mit versenkten Schrauben befestigen kann. Außerdem construirt man diese Rollen so, daß sie aus einem Stücke gegossen werden können, mit Abrechnung jener Fälle, wo man selbe nicht bei der ersten Anlage eines Werkes, sondern erst später anordnet, und genöthigt wird, ihnen auf der Welle einen solchen Platz anzuweisen, wodurch schon vorhandene andere Rollen oder verzahnte Räder ꝛc. erst losgemacht werden müßten, um mit einer ganzen Rolle über die Welle hinfahren zu können; nur in solch einem Falle, oder wenn eine Rolle von viel größerm Durchmesser nothwendig wäre, was aber selten der Fall ist, macht man selbe aus zwei oder mehreren Stücken und verbindet sie wie die verzahnten Räder. Fig. 40 bis 55.

Bl. 23.

§. 147.

Schnüre und Bänder.

Wir haben bereits in der Einleitung zu dieser Abtheilung angeführt, daß die Reibung der Schnüre, Bänder und Riemen an dem Umfange der Rollen das Mittel zur Fortpflanzung einer Bewegung ist, wobei aber eine solche Spannung stattfinden muß, daß die Schnüre und Bänder nicht gleiten. Letzteres wird anfänglich erreicht, indem man die beiden Ende eines Bandes in solcher Kürze vereiniget, daß selbes erst bei gehöriger Ausdehnung auf die Rollen gebracht werden kann; da sich aber bei längerem Gebrauche besonders aus Hanf gefertigte Schnüre, Seile und Gurten immer wieder dehnen, und die Rollen an ihrem Umfange sich glatt laufen, so tritt nach und nach ein Gleiten ein, welchem zwar durch Bestreichen der Rollen mit Kreide, Colophonium ꝛc., dann durch Befeuchten der Schnüre abgeholfen wird, aber doch nur eine Aushülfe von kurzer Dauer gewährt. Bei manchen Maschinen, besonders solchen, welche nur wenig Kraft erfordern, hat man eigene Vorrichtungen, wodurch man eine Rolle sammt ihren Zapfenlagern verschieben nnd so die Schnur beliebig spannen kann. Hiezu bedient man sich meistens der Schrauben und Keile, wie es auch bei den gewöhnlichen Spinn- und Spul-Rädern, Drehbänken ꝛc. geschieht. Ebenso bedient man sich manchmal eigener Frictions-, hier Spann-Rollen genannt, welche durch Hebel, Gewichte und Haspel ꝛc. gegen die Schnüre drücken, und so deren fortwährende Spannung bezwecken; allein da diese Vorrichtungen nur mehr Reibung in den Zapfenlagern verursachen, so verzichtet man meistens darauf, und gebraucht statt ihrer flache Riemen und Gurten, welche durch Schrauben mit ganz flachen Köpfen oder Schnallen beliebig verkürzt oder auch verlängert werden können.

§. 148.

Ketten.

Fig. 56—70.

Die Ketten, deren man sich bei Maschinen als Verbindungsmittel, dann zum Aufhängen und Aufziehen von Lasten bedient, werden gleich den Schnüren und Riemen zur Fortpflanzung von Bewegungen benützt, indem man sie, gleich diesen, um Rollen, Scheiben oder Trommeln schlingt, wo sie bei gehöriger Biegsamkeit dieselbe Wirkung hervorbringen wie Seile und Riemen, und außerdem noch den Vorzug größerer Stärke haben. Da aber Ketten häufig Erschütterungen und Reibungen und bei großer Geschwindigkeit starkes und beständiges Gerassel erzeugen, so wendet man sie gewöhnlich nur da an, wo langsamer Gang stattfindet, die Entfernung

auf welche die Bewegung fortgepflanzt werden muß, nicht beträchtlich ist, Bl. 25.
wo man ferner den Riemen nicht mehr die gehörige Stärke zu geben im Stande ist, oder wo sie der Nässe oder zu großer Wärme ausgesetzt sind, in welch letzterem Falle man die Ketten aus Schmied- oder Gußeisen, im kleinern Verhältnisse aber auch aus Stahl oder Messing macht. Von Holz können Ketten nur nach bestimmten Formen ausgeführt und da angewendet werden, wo sie nicht beständiger oder abwechselnder Nässe und größerer Wärme ausgesetzt sind. — Die gewöhnlichen Ketten von Schmiedeisen, aus kreisrunden oder länglichen Gliedern bestehend, können nur bei geringem Widerstande und mit gedrehten Gliedern (gestanzte Ketten), wobei die Kette mehr die runde Seilform annimmt, gebraucht werden, in welchem Falle man sie in Rollen von spitzwinklig oder wulstförmig concaven Vertiefungen legt; allein da sich die Rollen und Ketten bald glatt laufen, so wird auch hier der Zweck meistens nur unvollkommen erreicht. Ein gleiches Loos mit diesen theilen auch jene Ketten Fig. 56, wo man die Glieder mit Fig. 56 und 57.
Vorsprüngen a, a 2c. versieht, die in entsprechende Vertiefungen b, b 2c. der Scheiben eingreifen; aber am allerwenigsten wird der Zweck durch die Anordnung, wie Fig. 57 erreicht, wo in die Schnur in gleichen Zwischenräumen Knoten c, c 2c. gemacht oder Kugeln eingebunden werden, welche in die entsprechenden Vertiefungen d, d 2c. der Scheiben eingreifen. — Für Ketten sind im Verlaufe der Zeit viele Vorschläge gemacht worden, worunter stets diejenigen den Vorzug verdienen, welche sich dem Umkreis der Rollen möglichst genau anschmiegen, ohne ein starkes Geräusch oder Erschütterungen zu verursachen, sanfte und gleichförmige Bewegung gewähren, und wobei die Rollen mit Hervorragungen, Zähnen auch Triebstöcken versehen sind, welche in die Vertiefungen der entsprechenden Glieder oder in die von selben gebildeten Zwischenräume eingreifen und so deren Gleiten verhindern. — Die Gelenkkette Fig. 58—63, ihres Gebrauches bei Taschen- und Stockuhren Fig. 58 bis 63.
halber auch Uhrkette genannt, ist eine der einfachsten und ältesten und findet häufig Anwendung. Dieselbe wird im kleinen Verhältnisse aus Stahl und Messing, im größeren aus Schmied- und Gußeisen, sowie auch aus Holz gemacht. Sie besteht, wie aus Fig. 58 — 63 ersichtlich, aus länglich flachen Gliedern, von welchen jedes mit zwei cylindrischen Löchern versehen, und ein einzelnes Glied immer zwischen Paar und Paar eingelegt ist, welche durch cylindrische Stifte oder Bolzen von Stahl, Schmiedeisen oder auch Holz verbunden sind, und welche Bolzen an der flachen Seite der Glieder vernietet oder auch mit Köpfen, wie Fig. 59 und 60 versehen sind.

Fig. 59 — 62 ist eine solche Gelenkkette mit ihren beiden mit Zähnen versehenen Scheiben a, b, wie selbe bei Drath- und Bleizügen ange-

Bl. 23. Fig. 59 bis 62. wendet werden, gezeichnet. Die Scheiben und Glieder sind von Gußeisen, die Bolzen von Schmiedeisen und rein abgedreht. Die Zähne der Scheiben müssen so gestaltet werden wie bei cylindrischen Rädern, welche in Zahnstangen eingreifen. Die Vorsprünge c d e f, und c' d' an der Scheibe b b' dienen zu der Ein- und Ausrückung, wovon wir in den nächsten Abtheilungen handeln werden.

Fig. 64 bis 66. Eine andere, jedoch nicht für so große Widerstände zu gebrauchende Gattung sind die Bandketten, Fig. 64, 65 und 66; die erstere wurde von dem berühmten Vaucanson erfunden und wird meistens aus Eisendrath bis zu 4 — 5 Linien Dicke gemacht. Dieselbe wird mit ihrer Rückseite über Fig. 67 bis 69. Rollen Fig. 67 — 69 gelegt, welche mit Zähnen versehen sind, die zwischen die Kettenglieder eingreifen und so das Schleifen oder Abgleiten verhindern. Die Rolle ist von Gußeisen, mit eingelegten messingenen Ringen c und d, Fig. 69, welche die Drehung der Rolle auf ihrer schmiedeisernen Achse gestatten, indem hiebei eine Auslösung (Abtheilung Ein- und Ausrückungen) angeordnet wurde.

Fig. 66 ist eine leicht anzufertigende Bandkette, welche aber, wie die von Vaucanson, der Dehnung unterworfen ist. Die Glieder sind länglich viereckige Ringe a, a, a von Eisendrath, welche durch andere, aus umgebogenen und auf der Mitte vernieteten Blechstreifen gebildete Glieder b, b, b verbunden werden.

Fig. 70. In Fig. 70 ist eine von Oldam in Dublin angegebene Verbesserung der Gelenkkette, welche darin besteht, daß die Glieder halbmondförmig gebogen, nicht mehr in einer dreifachen Reihe, wie bei der gewöhnlichen Gelenkkette, sondern in fünffacher bestehen, und daß statt der Scheibe mit Zähnen Laternen mit cylindrischen Triebstöcken gebraucht werden können. Fig. 65 ist gleichsam eine Vereinigung der Bandkette von Fig. 66 und der Gelenkkette, und wurde von Lemoine in Paris angegeben. Sie bestehen einerseits aus schmiedeisernen geschweißten flachen Ringen a, a, a mit 3 geraden und einer gebogenen Seite, anderseits aus flachen gabelartigen Gliedern b, b, b, welche durch vernietete Bolzen, die durch in der breiten Seite der ersten Glieder a, a, a gebohrte cylindrische Löcher gehen, verbunden sind, wodurch die Kette, was bei keiner der beschriebenen der Fall ist, einer Bewegung seitwärts fähig ist.

Sechste Abtheilung.

K u p p e l u n g e n.

Blatt 24 und 25.

§. 149.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Zur Fortpflanzung der Bewegung auf größere Strecken bedient man sich, wie wir schon in der Abtheilung: „Zapfen" erwähnt haben, der Wellen. Da aber hiebei selten eine Welle ausreicht, sondern man deren zwei und noch mehrere, je nach der Länge, auf welche eine Bewegung fortgepflanzt werden muß, braucht, wie dieß der Fall ist bei mechanischen Werkstätten, bei Webereien u. a., wo die Maschinen durch andere als Menschenkräfte getrieben werden, so müssen die Wellen unter einander gehörig verbunden seyn. Diese Verbindungen nennt man K u p p e l u n g e n, die Wellen selbst g e k u p p e l t e oder v e r k u p p e l t e W e l l e n. — Man sollte glauben, Wellen zu kuppeln sey an und für sich eine höchst einfache Aufgabe und deren Lösung nicht den mindesten Schwierigkeiten unterworfen; allein wenn man bedenkt, daß es eine Unmöglichkeit ist, Maschinen mit mathematischer Genauigkeit auszuführen, ein Schwanken der Unterstützungspunkte der Wellen eine unvermeidliche Sache ist, und eine Abnützung der Zapfen und deren Lager, selbst bei der größten Vorsicht, unvermeidlich eintritt, daß sich ferner dadurch die Wellen senken, und ihre sämmtlichen Achsen, wenn auch ursprünglich in einer einzigen geraden befindlich, was meistentheils wesentliche Bedingung ist, sich aus dieser einzigen geraden bald auf-, ab- und seitwärts entfernen und dadurch unregelmäßige Bewegungen entstehen, die schädliche Reibung und vorzeitige Abnützung herbeiführen, so wird man das Schwierige der Anordnung von Kuppelungen sicherlich nicht mehr bezweifeln. — Es sind daher eine Menge verschiedener Arten von Kuppelungen vorgeschlagen und theils mit Glück, theils als ihrem Zwecke nicht entsprechend angewendet worden, von welchen wir auf Blatt 24 und 25 die meisten im Laufe der Zeit bekannt gewordenen angeben und jetzt unserer näheren Betrachtung unterziehen wollen. Um in unseren Erklärungen allgemein zu seyn und Raum zu ersparen, haben wir auf Blatt 24 eine Fortpflanzung der Bewegung mittelst Bl. 24.
gekuppelter hohler gußeiserner Wellen (Röhren) mit Details aufgenommen, welche der Verfasser für die öfters schon erwähnte Brudermühle bei München construirt hat, um selbe zunächst für die allgemeine Erklärung und

Bl. 24. die Eintheilung der Kuppelungen, dann später als ein angeführtes Beispiel der Fortpflanzung einer Bewegung mittelst gekuppelter Wellen zu
Fig. 1 und 2. benützen. Hiebei ist a b, a' b' Fig. 1 und 2 diejenige Königswelle, welche das große horizontale cylindrische Rad trägt, in das die Steingetriebe eingreifen und auf Blatt 21 bereits im größern Maßstab gezeichnet ist; bei b, b' mußte die Bewegung senkrecht nach aufwärts fortgepflanzt werden, was mittelst zweier hohler Wellen d e und g h geschieht, die mit der Hauptwelle a b bei c und unter sich bei g gekuppelt sind, und so eine einzige Welle bilden, die bei h im Halsbande n geht. Durch die conischen Räder i und k wird die Bewegung in horizontaler Richtung mittelst dreier bei o gekuppelter Wellen m p, q r und s t fortgeleitet, wo dann m^1, m^2, m^3 Verstärkungen (Wellenbände) der Wellen bilden und zum Aufstecken von Schnur- und Riemläufen dienen, mittelst welcher die Bewegung zu Putzmaschinen, Elevatoren und Aufzügen ꝛc. übergetragen wird. Diese ganze horizontale Wellenreihe wird durch die an der Balkendecke mittelst Schrauben befestigten 4 Hänglager l^1, l^2, l^3, l^4 getragen. Man sieht, daß die erste Welle m p außerhalb des Lagers l^2 und zunächst diesem bei o, und eben so die zweite Welle q r gekuppelt ist, wobei auf zwei Wellen immer nur 3 Zapfenlager treffen und die nächstfolgende mit einer ersten gekuppelten Welle mittelbar von dieser getragen werden muß, welcher Vortheil hinwegfällt, wenn man den Wellen q r und s t bei u, u ebenfalls ein Zapfenlager gibt. Hiernach theilt man die Kuppelungen zunächst in zwei Classen ab, und rechnet zu einer Classe diejenigen, bei welchen zwei Wellen nur 3 Zapfenlager haben, zur andern aber jene, wo jede Welle 2 Zapfenlager hat, oder zwei Wellen deren 4 haben.

Für beide Classen hat man Kuppelungen, mittelst welcher ein Wellensystem entweder eine andauernde und so vollkommen feste Verbindung erhält, als ob dasselbe nur aus einer einzigen Welle bestände, oder es findet eine solche Einrichtung statt, bei welcher die Kuppelungstheile mehr oder weniger beweglich sind. Im ersten Falle ist es Bedingung, daß die mathematischen Achsen aller Wellen eines gekuppelten ganzen Systems ursprünglich in einer geraden sind, und bleibend erhalten werden; für den zweiten Fall kann die Abweichung entweder nur eine geringe, oft erst in Folge des Senkens der Lager oder Einlaufens der Zapfen in dieselben ꝛc. herbeigeführt seyn, oder es bilden die mathematischen Achsen einer Wellenreihe ursprünglich schon gebrochene Linien. Hiernach unterscheidet man noch feste und bewegliche Kuppelungen und bei den letztern nachgebende oder nur wenig bewegliche, und stark bewegliche oder Gelenk-Kuppelungen.

Das Material zu Kuppelungen jeder Gattung kann nur Metall,

Schmied- oder Gußeisen, manchmal mit Messing, letzteres jedoch nur in Bl. 24.
untergeordneten Massen seyn, und es ist genaue Arbeit und gutes Material immer eine unerläßliche Bedingung; da jedoch Kuppelungen im Verhältnisse zu andern Maschinentheilen, besonders Rädern, Wellen und Balanciers ꝛc., die kleineren, weniger voluminösen und daher auch wohlfeileren Theile sind, so sollte man mit Rücksicht darauf, daß durch Zufall, Böswilligkeit oder Ungeschicklichkeit der Arbeiter oft das Maximum des berechneten, respective factisch vorhandenen Widerstandes überschritten wird, die Kuppelungen nur so stark anordnen, daß sie nur dieses Maximum aushalten, und wenn es höher gesteigert wird, brechen, oder selbstthätig wirkend, die Fortpflanzung der Bewegung unterbrechen. Jedenfalls sollte, sowie bei Zapfen, ein vorräthiges fertiges Exemplar jeder Kuppelung vorhanden seyn, daß, im Falle eine schadhaft wird oder bricht, sie sogleich ohne Aufenthalt zu verursachen ausgewechselt werden kann.

Wir wollen in Nachfolgendem mehrere Beispiele von Kuppelungen betrachten, und zwar in der Reihenfolge der aufgeführten Classen.

Erste Classe der Kuppelungen.

§. 150.

Die Quadrat- und Cylinder-Kuppelungen mit ganzen Muffen.

Fig. 12—23.

Zur ersten Classe der Kuppelungen rechnen wir, wie angeführt, alle, bei welchen zwei Wellen drei Zapfenlager haben, wobei dann die Kuppelung zunächst einem Lager, an dem über dieses vorstehenden Wellende und am Anfange der zweiten Welle angebracht ist, welche Anordnung überall befolgt wird, wo die Wellen nicht von beträchtlichem Gewichte sind, und durch sie keine großen Kräfte fortgepflanzt werden müssen. Die älteste Gattung, dabei auch die einfachste, und von den kleinsten Dimensionen und Kräften beginnend angewendet, sind die Quadrat-Kuppelungen, und diesen später folgend die Cylinder-Kuppelungen. Beide Gattungen haben miteinander gemein, daß ihre Wellen an den gekuppelten Stellen cylindrisch, bei der Quadratkuppelung quadratisch, bei der Cylinderkuppelung kreisförmig bearbeitet und mittelst einer über sie geschobenen Büchse oder Hülse, Muff genannt, welche durch Schrauben oder Schlüssel an jedes Wellende befestiget ist, verbunden sind.

Bei beiden Gattungen unterscheidet man solche mit ganzer und solche mit gespaltener Muff, und begreift unter ersteren alle, bei

Bl. 24. welchen die Muff eine aus einem Stücke bestehende hohle Hülse bildet, während bei der zweiten die Muff aus zwei Theilen besteht.

Fig. 12 bis 14. Blatt 24, Fig. 12 — 14 ist eine Quadrat-Kuppelung mit ganzer Muff, und zwar in Fig. 12 in einer Vertical-Längenansicht, in Fig. 13 einem Querschnitt und Fig. 14 einem Längen-Verticalschnitt dargestellt. Die Wellenden a b, a' b' sind quadratisch, prismatisch bearbeitet und über beide die schmiedeiserne oder gußeiserne, genau anschließende Muff c d e f geschoben, wobei zwei Schrauben g h und i k das Auseinanderziehen der Wellen sowie das Verschieben der Muff verhindern.

Zur Vermehrung der Tragfähigkeit der Welle a' sowie um die 4 Seitenflächen beider Wellen möglichst eben bearbeiten zu können, wurde an das Ende der Welle b' Fig. 14 ein cylindrischer Zapfen l' angedreht, welcher in ein eben so groß ausgebohrtes Loch der Welle a, eingesteckt ist; man bemerkt, daß weder die Wellenden a und b aneinander anstehen, noch daß der Zapfen l' mit seiner Stirne am Grunde des Loches aufsitzt; dieses ist hier, sowie bei allen Transmissionen mit Wellen nothwendig, damit bei erhöhter Temperatur sich dieselben gehörig verlängern können, ohne ihre mathematische Achse zu afficiren. *)

Fig. 15 bis 18. Fig. 15 — 18 haben wir eine zweite Quadrat-Kuppelung mit ganzer Muff aufgenommen, bei welcher letztern Vorsorge gegen das Verschieben nach beiden Wellenden, ohne Anwendung der Schrauben g h i k getroffen ist. Fig. 15 ist eine verticale Ansicht mit durchschnittener Muff; Fig. 16 eine Vertical-Stirnansicht der abgezogenen Muff. Fig. 17 und 18 sind verticale und horizontale Projectionen einer Art Schraubkloben, durch welchen das Abziehen der Muff c d e f von den Wellenden a b, sowie das Auseinanderziehen der Wellen selbst verhindert wird; mittelst einer Stellschraube x, welche ein Muttergewinde in den Kloben N sowohl, als in der Mutter c d e f hat, erhält der Kloben N die nöthige Befestigung und Verbindung mit der Muff, sowie diese durch die in der Welle enthaltenen prismatischen Vertiefungen, in welche entsprechende Klauen t t des Kloben N eingreifen, mit der Welle.

Weit leichter und mit größerer Genauigkeit sind die runden oder Cylinder-Kuppelungen, indem die Wellenden abgedreht und die Muff ausgebohrt werden kann, auszuführen, und haben deßwegen sowohl im kleinen als großen Verhältnisse die Quadrat-Kuppelungen fast ganz verdrängt.

---

*) Vorliegende Quadrat-Kuppelung Fig. 12 — 14 wurde vom Verfasser in der Röckenschuß'schen Tuch-, dann der Gastinger'schen Oelfabrik, sowie in der Brudermühle bei München zur Fortpflanzung von 3 bis 4 Pferdekräften, jedoch sehr genau ausgeführt, angewendet, und hat sich, besonders bei den ersten Fabriken, die seit mehreren Jahren in schwunghaftem Betriebe sind, bewährt.

Fig. 19 — 21 haben wir eine Cylinder=Kuppelung aufgenommen, welche vom Verfasser mehrfach zur Ausführung gekommen ist. Dieselbe ist in den gleichen Ansichten wie Fig. 12 — 14 dargestellt, und da die nämlichen Bestandtheile vorhanden und mit den gleichen Buchstaben bezeichnet sind, so glauben wir, auf letztgenannte hinweisend, eine weitere Beschreibung umgehen zu können. Bl. 24. Fig. 19 bis 21.

Eine zweite Cylinder=Kuppelung mit ganzer Muff ist in Fig. 22 und 23 gezeichnet, bei welcher in Fig. 22 die Welle a ganz, die Welle b mit der Muff c d e f aber durchschnitten gedacht ist. Fig. 23 ist ein Vertical=Schnitt der abgezogenen Muff nach 1, 1 in Fig. 22. Fig. 22 und 23.

Statt der Schrauben i k ist die Muff mit beiden Wellen durch 3 mit Haken versehene Schlüssel g, g, g mit den Wellen verbunden, welche zugleich das Entfernen der Wellen von einander verhindern. Die Muff wird durch eine Stellschraube h gegen das Verschieben verwahrt. Der mittlere Zapfen l ist hier weggeblieben, indem die 3 Schlüssel g, g, g und die Schraube h hinlängliche Sicherheit für die Tragfähigkeit gewähren.

§. 151.

Quadrat= und Cylinder=Kuppelungen mit gespaltenen Muffen. Bl. 25.

Blatt 25. Fig. 24 — 29.

Die Quadrat= und Cylinder=Kuppelungen mit gespaltenen Muffen unterscheiden sich, wie bereits angeführt, von denen mit ganzen nur darin, daß diese letzteren ein im Ganzen gegossenes oder geschmiedetes Stück bilden, während bei den gespaltenen Muffen jede für sich aus besonderen zwei Theilen besteht, gleich dem Pfannenfutter der geschlossenen Zapfenlager, und ähnlich diesen, in der Mitte mit einem kleinen Zwischenraum, an den über den Wellkörper vorstehende Lappen oder Flanschen zur Aufnahme von Schrauben lassend, mit welchen die beiden Muffstücke zusammengehalten werden, wodurch ihre und die Verbindung mit den Wellen bezweckt wird.

Fig. 24 — 26 ist eine Quadrat=Kuppelung mit gespaltener Muff dargestellt, und zwar in Fig. 24 in einem Vertical=Längen=Durchschnitte bezüglich auf die Muff und die Welle b, während die Welle a als nicht durchschnitten gedacht ist; Fig. 26 ist ein Vertical=Querschnitt nach 1, 1, wobei man sich die Welle b abgezogen denkt, und Fig. 25 ist eine Verticalansicht der Muff ohne die beiden Wellen. Fig. 24 bis 26.

Die Muffstücke C und D sind von Gußeisen und durch vier Schrauben mit einander verbunden. Bezüglich der Erhöhung der Tragfähigkeit

Bl. 25. Fig. 24 bis 26. der Wellen, mittelst des Zapfens l findet eine gleiche Anordnung, wie bei den mit ganzen Muffen Blatt 24. Fig. 12 — 23 und den folgenden Fig. 27 — 29 statt.

In den gleichen Ansichten, wie die vorhin beschriebene Quadrat-Kuppelung, ist in Fig. 27 — 29 eine Cylinder-Kuppelung mit gespaltener Muff gezeichnet; die Muffstücke C und D sind wie bei der vorigen von Gußeisen mit angegossenen flachen Flanschen E, E, und werden durch vier Schrauben zusammengehalten; durch einen eingelegten Mitnehmer oder Schlüssel c stehen die Muffstücke mit den Wellen in fester Verbindung.

Zu den Kuppelungen der Wellen erster Classe sind noch diejenigen mit ganzen Muffen zu rechnen, bei welchen diese nicht, wie die bisher beschriebenen, besondere Stücke bilden, sondern immer mit einer Welle aus dem Ganzen sind.

Fig. 30 bis 33. Fig. 30 — 33 haben wir eine solche Quadrat-Kuppelung aufgenommen; hiebei ist Fig. 32 eine äußere Längenansicht, Fig. 30 ein Vertical-Längendurchschnitt, Fig. 31 eine Stirnansicht der Welle a, wenn man sich die zweite b nicht vorhanden denkt. c d e f ist die an die Welle a angeschmiedete oder angegossene quadratische Muff, welche auch, wie in Fig. 33 cylindrisch abgeflacht ausgeführt werden kann. Fig. 34—36 ist eine ähnliche Cylinder-Kuppelung, mit halbkreisförmigen Vorsprüngen o″ p″; Fig. 34 ist Längenansicht; Fig. 35, wo man sich die eine Welle b′ aus der Muff der Welle a′ herausgezogen gedacht hat, ist die Welle a′ in der Mitte durchschnitten gedacht, die Welle b′ von außen angesehen gezeichnet. Fig. 36 ist Stirnansicht der Welle a, wenn man sich die Welle b aus der Muff herausgezogen denkt. Aehnlich dieser sind die im größten Verhältnisse ausgeführten Kuppelungen bei den Eisenwalzwerken; allein dort sind die gekuppelten Theile von Gußeisen, und es ist Zweck, zwischen der Muff und den in ihnen befindlichen andern Wellenden Spielraum zu lassen. In allen übrigen Fällen ist aber das genaue Zusammenpassen der beiden Kuppelungstheile eine wesentliche Bedingung, da aber, wie selbst den Nichtpraktikern leicht begreiflich ist, die Muffen, wo sie mit einer Welle im Ganzen sind, weit schwieriger genau ausgeführt werden können, als wo sie besondere Stücke bilden, so erstreckt sich die Anwendung der Beispiele Fig. 30 — 36 mit Ausnahme der eben angeführten Fälle bei Walzwerken, nur auf wenige Fälle, für geringe Kräfte und die schwächsten Dimensionen der Wellen. Die gleiche Bewandtniß hat es auch mit der Anwendung der Kuppelzapfen, Fig. 37 und 38; diese Kuppelzapfen dienen als Kuppelungen für leichte, hölzerne Wellen, und sind meist einfache Blattzapfen von Schmied- oder Gußeisen, entweder im Ganzen, wie Fig. 37, wo sie Doppelzapfen heißen, oder es sind wie Fig. 39 und 40 zwei

(Randvermerke: Fig. 27 bis 29. — Fig. 34 bis 36. — Fig. 37 und 38. — Fig. 39 und 40.)

besondere Zapfen, einfache Blattzapfen, von welchen der eine a den Zapfen, Bl. 25. Fig. 39 und 40.
vielmehr Zapfenhals und über diesen noch vorstehend, den einen Kuppelungstheil trägt, während der andere Zapfen b bloß das zweite Kuppelungsstück erhält, über welches, wie aus Fig. 40 ersichtlich, öfters ein Schraubring gelegt wird. Diese Zapfen heißen Kuppelzapfen und hier speciell ein solcher mit Quadranten-Zähnen, über welche Gattung Kuppelungen noch weiter gehandelt werden wird, und wovon wir in der Abtheilung „Zapfen" schon einen ähnlichen für Quadrat-Kuppelungen kennen gelernt haben. Mit den hölzernen Wellen werden die Kuppelzapfen auf die beschriebene Weise durch angelegte Ringe und durch Auskeilen mit in die Löcher a und b Fig. 37—39 eingetriebenen Bolzen verbunden. Die Gattung Doppelzapfen Fig. 37 und 38 erhalten, wie aus Fig. 38 ersichtlich, gewöhnlich nur einen Ring, und statt der durch die Löcher a und b gehenden Bolzen Schrauben.

Zweite Classe der Kuppelungen.

§. 152.

Zu den Kuppelungen der zweiten Classe rechnen wir, wie schon aufgeführt, alle, wo jede Welle zwei Zapfenlager hat; dieselben werden überall gebraucht wo schwere Wellen vorhanden und große Kräfte fortzupflanzen sind, und es eignen sich für dieselben auch die bereits beschriebenen Quadrat- und Cylinder-Kuppelungen mit gespaltenen Muffen, und an diese sich anreihend die

Klauen-Kuppelungen.

Fig. 41—46.

Die Klauen-Kuppelung wird sowohl im kleinen, als großen Verhältnisse gebraucht, ist sehr einfach und daher jetzt vielfältig angewendet. Fig. 41 ist eine solche in einer Längenansicht und Fig. 42 in einer Fig. 41 und 42.
Stirnansicht gezeichnet, bei welch' letzterer man sich die Welle a als nicht vorhanden gedacht hat; bei den Klauen-Kuppelungen sind keine Muffen vorhanden, sondern das eine Wellende a trägt ein Querstück f d, entweder, jedoch nur im Kleinen, aus einem Stück mit der Welle, am öftesten aber an selbe angesteckt; das Querstück f d heißt die Krücke oder das Kreuz; das andere Wellende b trägt ein ähnliches Querstück g h, Gabel, Krücke genannt, welches mit vorstehenden Zapfen c, e — Klauen — versehen ist, und gleichfalls meistens an die Welle angesteckt wird, wobei die Klauen c e sich an die Krücke anlegen, und so die Drehung der andern Welle bewirken.

Bl. 25. Fig. 43 und 44. Fig. 43 und 44 ist eine andere Art Klauen-Kuppelung, bei der jedes Wellende a und b eine angesteckte Scheibe g h und i k trägt, von welcher, wie hier gezeichnet, jede eine Klaue c und e hat, die in entsprechnede Ausschnitte der andern Scheibe passen, oder es sind an einer Scheibe alle zwei Klauen vorhanden, und die andere hat entsprechende Ausschnitte.

Fig. 45 und 46. Fig. 45 und 46 ist eine ähnliche Kuppelung, wo die Wellenden a und b gleichfalls mit Scheiben g h und i k versehen sind, zwischen welchen aber noch eine dritte Scheibe p q eingelegt ist, die mit unter rechtem Winkel kreuzenden Rippen l m, l′ m′ und n o, n′ o′ in die entsprechenden Nuthen der ersten Scheiben genau paßt.

Zahn-Kuppelungen.

Fig. 47 — 57.

Fig. 47 bis 49. Fig. 47 — 49 ist eine Kuppelung mit Quadrantenzähnen, wobei man sich in Fig. 49 die Wellen auseinander gezogen und ebenso in Fig. 48 die Welle b weggedacht hat. Beide stärkere Wellenden oder eigens an diese gesteckte Scheiben sind nach Viertelkreisen so ausgeschnitten, daß die höher stehenden Quadranten genau in die vertieften einpassen. Gleiche Anordnung ist bei den Kuppelzapfen Fig. 37, 39 und 40 für hölzerne Wellen getroffen. Eine genaue Ausführung dieser Anordnung unterliegt großen Schwierigkeiten, und es dürfte diese Kuppelung als solche der zweiten Classe kaum ohne den in Fig. 40 angezeigten Schraubenring, wodurch beide Kuppelungstheile gehörig zusammengehalten werden, zu gebrauchen seyn, was
Fig. 50 bis 52. sich auch auf Fig. 50 — 52 bezieht, wo Scheiben oder Muffen, jede mit vier vorstehenden Zähnen und eben so vielen gleichen Lücken oder Vertiefungen, vorhanden sind. Die Scheiben oder Muffen sind cylindrisch auf die Wellenden aufgesteckt und durch Schlußkeile v′ u′ mit ihnen verbunden.

Fig. 53 bis 57. Fig. 53—57 ist die Kuppelung mit Quadrantenzähnen einer Königswelle in der Mühle zu Baissy-la Rivière; Fig. 53 ist erste Vertical-Ansicht, bei welcher man sich die beiden Muffen durchschnitten gedacht hat; Fig. 54 ist ein Aufriß der obern Muff, Fig. 55 ein Grundriß, Fig. 56 ein Aufriß, und Fig. 57 ein Grundriß der untern Muff.

P ist die Triebwelle; **O** die obere in Bewegung zu setzende Welle; **L** der Brustring der Welle **P**, auf welchem die untere Muff **M** ruht; v, v sind Stellschrauben, welche **M** mit **P** verbinden; **N** die obere mit der Welle **O** verbundene Muff; s Verbindungsschlüssel zwischen denselben; s′ der Schlüsselweg in die Muff **N**, zur Aufnahme des Schlüssels s. Die Muffen **M** und **N** sind mit Klauen m, m versehen, welche in die Vertiefungen m′, m′, welche jenen entsprechen, treten.

§. 153. Bl. 25.

Nachgebende Kuppelungen.

Fig. 58 — 73.

Fig. 58 und 59 ist Murray's Kuppelung, eine der einfachsten und zweckmäßigsten. Die Wellenden a b sind cylindrisch gedreht, jedes mit einem Zapfen l m von etwas kleinerem Diameter versehen, und beide in eine cylindrische Muffe c d, e f mit den Zapfen l und m genau cylindrisch, aber dennoch etwas lose in der Muff liegend, eingedreht, da sie mit der Welle durch die Kreuzschlüssel g' h', g h und i k, i' k' verbunden sind. Fig. 58 und 59.

Die Muff ist mit einem Halse n o p q versehen, mit welchem sie sich in einem Zapfenlager bewegt, wodurch, wenn ein Einlaufen in die Anwellen stattfindet, sich beide Wellen gleich senken können, was, da die kurzen Zapfen l und m in der Muff nur lose liegen, bei einer geringen Abweichung von der geraden Linie nicht so nachtheilig wirkt, wie bei andern Kuppelungen.

Fig. 60 — 66 ist eine sogenannte Klauen-Kuppelung zwischen der Kurbel und der Schaufelradwelle bei einer von den Dampfmaschinen des zu Indret erbauten Dampfschiffes, der Afrikaner. Fig. 60 bis 66.

Fig. 60 ist ein Aufriß von der ganzen Kuppelung; Fig. 61 ein vorderer Aufriß des Muffstückes D mit den Vertiefungen; Fig. 62 ein Durchschnitt nach der Linie 1, 1 der Fig. 61. Fig. 63 ist ein vorderer Aufriß des Muffstückes B mit den Klauen; Fig. 64 eine Seitenansicht desselben; Fig. 66 ein Durchschnitt nach der Linie 2, 2 der Fig. 64; Fig. 65 endlich ist eine einzelne Ansicht von dem Centrirzapfen G.

A ist die Kurbelwelle, **B** der eingreifende oder mit Klauen versehene Theil der Kuppelung, der mit **A** aus einem Stücke besteht und mit den Klauen b b versehen ist, welche convexe Seitenflächen haben. **C** ist die Ruder- oder Schaufelradwelle, und **D** die Krücke oder der vertiefte Theil der andern Muff, welcher mit der Welle **C** aus einem Stücke besteht, und mit den Vertiefungen b' b' versehen ist, welche den Klauen b b des Stücks **B** entsprechen. **G** ist der Centrirzapfen in der Form eines Fäßchens, der in **B** eingeschraubt ist; **G'** ist die Pfanne für **G** in dem Stücke **D.**

Gelenk-Kuppelungen.

Fig. 67—73.

Die Knie-Kuppelung oder Kuppelung mit beweglichem Gelenk Fig. 67 und 68 ist eine der einfachsten und dauerhaftesten, und selbst da zu gebrauchen wo die Well-Achsen nicht in einer und derselben Geraden, sondern neben einander liegen, dabei aber parallel sind; daher wendet man sie Fig. 67 und 68.

Bl. 25. Fig. 67 und 68. auch gerne da an wo die eine Welle viel stärker belastet, oder an und für sich schwerer ist als die andere, was besonders bei Dampfmaschinen und da der Fall ist wo gewichtige Schwungräder gebraucht werden müssen.

Ihre Construction ist folgende:

Jede Welle a b hat an ihrem Ende eine Kurbel d e', d' e', oder wobei, wenn an der einen Welle, wie an a, ein Schwungrad g h, i k, g' h', i' k' vorhanden ist, immer ein Arm, wie hier k k' die Stelle der einen Kurbel vertreten kann; beide Kurbeln sind dann durch ein bewegliches Gelenk c f, c' f' mit einander verbunden, wodurch, wenn sich das Schwungrad dreht, auch die andere Welle b mitbewegt wird.

Das Universalgelenk.

Fig. 69 und 70. Fig. 69 und 70 ist die Universal=Kuppelung, Universal=Gelenk, oder auch Hook'sches Gelenk genannt, von Dr. Hook in England erfunden, und für alle Fälle anwendbar, wo die Wellen nicht in einer geraden Linie liegen, und daher auch da brauchbar, wo eine Bewegung in verschiedenen Richtungen fortzupflanzen ist. Deßwegen hat man selbes auch manchmal statt der conischen Räder gebraucht, welch' letzterer Gebrauch sich jedoch nur auf die Fälle beschränken dürfte, wo der Winkel zweier Achsen nicht über 15° beträgt; bei größeren Winkeln müßte man das Gelenk doppelt anordnen, wobei es aber zweckmäßiger ist sich der conischen Räder zu bedienen.

Die durch Fig. 69 und 70 erläuterte Construction ist folgende: jedes Wellende a und b trägt eine Gabel c d e f und h k, h' k', l' m', die mittelst eines Ringes n o p q, n' o' p' q' und zweier Schrauben r s, r' s' und t' u' unter einander so verbunden sind, daß sich die Welle a in der Schraube r s, r' s', die Welle b hingegen in der Schraube t' u' als Achse bewegen kann. Da diese Schrauben die ganz Spannung auszuhalten haben, so müssen selbe stark und fleißig gemacht werden.

In Fig. 70 hat sich man die Welle b weggedacht und die Gabelenden nur punktirt.

Fig. 71 bis 73. Fig. 71—73 ist eine andere Universal=Kuppelung. Fig. 71 ist eine Seitenansicht der ganzen Kuppelung; Fig. 72 eine vordere Ansicht von einer der Muffen H; Fig. 73 endlich ein Aufriß von dem Kreuze mit den 4 Zapfen. G G' sind die zu verbindenden Wellen, H H' die gußeisernen Muffen, welche mit den Wellen G G' durch Splinte verbunden sind; K K, K' K' Ohren oder Lappen, die mit H H' aus einem Stücke gegossen sind und hier als Zapfenlager dienen; L L, L' L' die Deckel oder Kappen von K; M ein Kreuz mit 4 Zapfen, welches die Verbindung zwischen den beiden Muffen herstellt.

Anwendung der Kuppelungen. Bl. 24.

§. 154.

Blatt 24, Fig. 1 — 11 b.

Nachdem wir jetzt mehrere Kuppelungen, deren es zwar noch manche gibt, welche aber theils zu umständlich in ihrer Ausführung, theils zu unpraktisch sind, kennen gelernt haben, können wir jetzt zu der auf Blatt 24 in Fig. 1—11ᵇ dargestellten Transmission der Bewegung mittelst gekuppelter hohler gußeiserner Wellen übergehen, welche vom Verfasser in der öfters erwähnten Brudermühle bei München ausgeführt worden ist, und die wir bereits im §. 149 der Einleitung zur Abtheilung „Kuppelungen" im allgemeinen erklärt haben. Wie dort angeführt, ist a b Fig. 1 die Hauptwelle, von der die Bewegung in senkrechter Richtung fortgepflanzt werden mußte, was mittelst eines Wellenpaares d e, g h geschieht, das unter sich bei g und mit der Hauptwelle bei d gekuppelt ist, und oben bei h von dem Halsbande n, die Hauptwelle hingegen bei b von einem eben solchen gehalten wird. — Nachdem das Maximum des Widerstandes zwei Pferdekräfte nicht übersteigt, die Entfernung, auf welche die Bewegung fortgepflanzt werden muß, klein, so wie die Geschwindigkeit nicht beträchtlich ist, so konnte hier die ganze Anordnung in der höchsten Einfachheit stattfinden; weßwegen der Verfasser auch zur Wellenverbindung keine der angeführten Kuppelungen, welche alle umständlicher und theurer sind, gewählt, sondern selbe auf die einfachste Art, gleich der Verbindung der Röhrleitungen angeordnet hat. Die erste Kuppelung der hohlen Wellen d e und g h mit der Hauptwelle a b ist die bei c, und man hätte wie bei den übrigen Wellen ober dem Halse b der Hauptwelle bei c den Kuppelungstheil füglich angießen können; allein nachdem man bei jeder Maschine zu gewärtigen hat, daß manchmal durch zufällige oder auch muthwillig stärkere Belastung, als man ursprünglich berechnet hat, das Ganze in Unordnung geräth und dadurch ein Brechen einzelner Theile eintritt, so ist es immer zweckmäßig, jene Theile, welche in einem solchen Falle dem Zerbrechen am meisten ausgesetzt sind, so zu construiren, daß sie leicht weggenommen und durch andere ersetzt werden können; eben so zweckmäßig ist es, schon bei der Berechnung einer Maschine immer einen leicht und schnell auszuwechselnden Theil derselben, wie Kuppelungen, von denen man immer ein Stück vorräthig halten kann, nur so stark zu machen, daß, wenn ein zufällig größerer Kraftaufwand eintritt, selber zerbricht. Deßwegen ist das erste Kuppelungsstück bei b nicht aus einem Stück mit der Hauptwelle, sondern besonders an diese aufgesetzt. Fig. 3 und 4 ist diese Kuppelung im größeren Maßstabe gezeichnet, wo ober dem

Bl. 24. Fig. 1 bis 11 b. Wellenhalse b ein nach unten ganz wenig conisch zulaufender Zapfen c eine genau schließende Kappe (Muff) f g i h mit angegossener Scheibe f i und conischen Zapfen k l trägt; diese Kappe (Muff) f g h i ist durch die Mitnehmer m n mit der Hauptwelle a b verbunden. Die erste hohle Welle hat ebenfalls eine angegossene Scheibe o p und paßt genau auf den conischen Zapfen k l. Deßgleichen sind auch die Scheiben o p und f i genau zusammengedreht, und durch 4 Schrauben s', t', u', v', deren Gewinde gleich in die Scheibe f i der Muff eingeschnitten sind, verbunden. Um aber diesen Schrauben nicht die ganze Spannung aufzubürden, sind zwischen beide Scheiben noch zwei Mitnehmer q' r' gerade auf der Mitte der Fuge beider Scheiben eingelegt, und um selbe gegen das Herausfallen und Loswerden zu verwahren, fest eingeschraubt. In Fig. 4 hat man sich die Welle d weggedacht; ebenso hat man sich die Schraube s an die punktirte Stelle s'' gedacht, um selbe vertical sehen zu können. — Die zweite Kuppelung der senkrechten Welle Fig. 1 bei g, so wie die beiden Kuppelungen o u der horizontalen Wellen, sind nach Fig. 5 und 6 ausgeführt und so wie die eben beschriebene Kuppelung construirt, nur mit dem Unterschiede, daß hier keine Muff vorhanden ist, sondern die erste Welle immer sogleich eine angegossene Scheibe mit conischem Zapfen k l hat. Gleiche Theile sind mit denselben Buchstaben bezeichnet, wie Fig. 3 und 4. — w x ist der etwas wulstförmige Hals, mit welchem die horizontalen Wellen in ihren Lagern gehen.

Fig. 7 und 8 ist das Wellende mit seinem in dem Lager l laufenden Wellenhalse w x, und dem zur Aufnahme eines conischen Rades noch vorstehenden Theile t, welcher mit 4 Schlitzen a', b', c', d' zur Aufnahme von Schlußkeilen versehen ist.

Fig. 9 — 11 ist der vordere Theil der horizontalen Welle m p, bei k zum Aufkeilen des Rades k, so wie bei m zum Aufstecken eines Riemlaufes mit 4 Schlitzen für die Schlußkeile versehen. w x ist wieder der Wellenhals.

Bei der Fortpflanzung einer Bewegung mittelst Scheiben mit Schnüren, Bändern und Ketten, so wie durch verzahnte Räder, erfordert die Stellung letzterer unter sich, deßgleichen die Richtung der von mehreren Scheiben ausgehenden Bänder, als auch die Stellung der Räder und Scheiben auf ihren Wellen eine besondere Rücksicht, indem durch eine zweckmäßige Anordnung hiebei ein oft nicht unbeträchtlicher Theil der Reibung und des auf die Abnützung einzelner Theile ausgeübten Druckes beseitigt werden kann. Bei der Stellung der Zahnräder unter sich ist besonders darauf zu sehen, daß, wenn zwei oder mehrere Getriebe von einem einzelnen Rade in Bewegung gesetzt werden, wie dieses der Fall ist bei den in ein

horizontales Hauptrad eingreifenden Getrieben der amerikanischen und unserer verbesserten deutschen Mahlmühlen, worüber wir bereits im Blatt 21 die ganze Anordnung gegeben haben, die Getriebe stets sich einander gegenüberstehend angeordnet werden, indem sonst die Zapfen der das Hauptrad tragenden Welle, wollte man die Getriebe alle nur auf eine Seite stellen, den ganzen Druck aller Getriebe auszuhalten hätten, da im entgegengesetzten Falle die Belastung auf die Zapfen entweder ganz aufgehoben oder doch möglichst vermindert wird. Zahnräder sowohl als Kettenräder sollen nicht ohne Nothwendigkeit weit vom ersten Angriffspunkt der Kraft entfernt werden, und besonders wenn sie gewichtig sind, oder eine große Kraft fortzupflanzen haben, nicht in der Mitte der Wellen zwischen 2 Zapfenlager, sondern wo möglich immer an ein Wellende oder zunächst einem Zapfenlager auf den Wellen placirt werden. Bl. 24

Das so eben Gesagte gilt sowohl von cylindrischen Rädern, welche, wie die im vorliegenden Falle, horizontal oder vertical angeordnet werden, als auch von conischen Rädern. Denn gesetzt, es sey Blatt 24 Fig. 11ª A ein erstes Rad, wodurch zwei Räder B und C getrieben werden, so erfolgen die den Rädern B und C mitgetheilten Bewegungen in entgegengesetzter Richtung, und es wird vorausgesetzt, daß bei gleichen Widerständen der Räder B und C, die Achse d e keinen Druck zu erleiden habe. Wollte man dagegen die Fortpflanzung einer Bewegung durch conische Räder so anordnen, daß an jedem Wellende e und f Fig. 11ᵇ ein Rad A, und B in die Getriebe C und D eingreift, so wird durch das Getriebe C ein Druck auf den Zapfen e und durch das Getriebe D auf den andern Zapfen f entstehen, die zwar einander entgegen sind; allein nachdem dieselben nicht an gleicher Stelle, sondern immer erst an den andern Wellenden stattfinden, so wird der eine Druck von dem andern nicht ganz aufgehoben, und daher eine weit größere Reibung in den Zapfenlagern stattfinden, als im vorhergehnden Falle, Fig. 11ª. — Wenn Bewegungen mittelst Riem- oder Ketten-Rädern fortgepflanzt werden, so soll man immer darauf sehen, daß die über die Räder gelegten Riemen wo möglich nicht bloß nach einer, sondern abwechsungsweise immer auch nach entgegengesetzter Richtung gehen. Da es nicht schwer ist, die Anordnung für jeden besondern Fall zweckmäßig zu treffen, so wollen wir uns hiebei nicht weiter aufhalten, und zur nächsten Abtheilung übergehen. Fig. 11a und 11 b.

Siebente Abtheilung.

Auslösungen.

Blatt 26.

§. 155.

Die Auslösungen, Ein- und Ausrückungen auch Abstellungen genannt, sind bewegliche Kuppelungen, von ähnlicher, oft von gleicher Construction, wie diese, und nur darin unterschieden, daß die Muff, oder ein anderer Theil nach Belieben, Bedürfniß verschoben oder verrückt werden kann. Ihr Zweck ist, eine oder mehrere Wellen von einander zu trennen, so daß Stillstand in deren Bewegung eintritt, oder auch bei einem Systeme von Maschinen jede einzeln für sich in Ruhe oder in Bewegung zu versetzen; das in Ruhe bringen einer Maschine heißt man Abstellen, das in Bewegung bringen Einstellen im allgemeinen, in specie heißt erstere Operation Auslösen, Ausrücken, die zweite Einlösen, Einrücken, theilweise auch Aus- und Einfahren; bei verzahnten Rädern mit aus dem Geschirre- und in das Geschirrfahren bezeichnet. Das Material, aus welchem Auslösungen bestehen, ist gleich den Kuppelungen Guß- und Schmiedeisen, Stahl (Federzeug, halb Schmiedeisen halb Stahl oder ausgeglühter Stahl), wozu noch Messing, Holz, Leder und Seile und Gurten aus Hanf hinzukommen. So wie Kuppelungen, gibt es auch Auslösungen verschiedene, welche alle in zwei Classen abgetheilt und durch passive Auslösungen und active Auslösungen unterschieden werden können; letztere nennt man auch selbstthätige oder selbstwirkende Auslösungen, und sie unterscheiden sich von den ersteren darin, daß während diese nur durch Menschenhände in Thätigkeit gebracht werden, jene ohne Zuthun einer andern, als der fortgepflanzten Kraft bei dem Eintritt gewisser Bedingungen, welche ihrer Construction zu Grunde gelegt sind, ihre Dienste verrichten.

Passive Auslösungen.

Blatt 26, Fig. 1—19.

§. 156.

Bl. 26. **Die lebendige und todte Rolle.**

Fig. 1.

Fig. 1. Die einfachste, daher auch, besonders bei Fabriksmaschinen am häufigsten angewendete Auslösung, ist die lebendige und todte Rolle Fig 1. Dieselbe besteht aus zwei Gurten-, hier Riem-Scheiben L und T, von welchen L fest auf die Welle a b aufgesteckt ist, und daher lebendige, auch feste Rolle heißt; während T mit einer cylindrischen Büchse c d e f versehen ist und sich mit geringer Reibung um die Welle a b drehen

kann, und lose oder todte Rolle genannt wird. Der Riemen, durch welchen Bl. 26.
die Bewegung von der Hauptwelle auf die Welle a b übergetragen wird, geht über die lebendige Rolle L; soll nun die Bewegung der Welle a b aufgehoben werden, so wird der Riemen von der lebendigen Rolle L auf die todte Rolle T entweder mittelst eines Hebels, oder bloß mit der Hand geschoben, wodurch sich diese um die Welle a b bewegt, welche dann in den Zustand der Ruhe eintritt.

Die gleitende Rolle.

Fig. 2.

Eine andere Auslösung ist die gleitende Rolle Fig. 2, bestehend Fig. 2.
aus einem Schnur- oder Riem-Laufe T, über welchen der von der Hauptwelle ausgehende Riemen liegt, und aus einem mit der Welle a b, auf welche die Bewegung übergetragen werden muß, fest verbundenen Klauenstücke L M (Arm genannt), welches bei e und f zwei vorstehende Klauen hat. Die Scheibe oder der Riemlauf T ist auf die Welle a b cylindrisch aufgesteckt und hat bei g und h Vertiefungen, in welche die Klauen e f eingreifen. An der anderen ebenen Fläche der Scheibe T ist ein cylindrischer Hals c d, entweder aus einem Stücke mit der Scheibe, wenn selbe, wie hier, von Metall ist, oder es ist, wo die Rolle T aus Holz gemacht wird, dieser cylindrische Hals mit der metallenen Büchse aus einem Stücke und vollkommen fest mit der Rolle T verbunden. Diese Rolle T ist, wie schon bemerkt, cylindrisch auf die Welle a b gesteckt und dabei in der Richtung der letztgenannten Achse verschiebbar. In dem Zustande, in welchem diese Auslösung gezeichnet ist, würde der Rolle T zwar eine Bewegung vom Riemen aus mitgetheilt werden, allein nur um die Welle a b, wobei also diese stehen würde (es ist dann ausgerückt oder ausgelöst). Soll nun aber die Welle a b die Bewegung empfangen, so wird die Rolle T links gegen den Arm L M geschoben, wodurch dann die Klauen e und f in die Vertiefungen eingreifen, und sonach der Welle a b die Bewegung mittheilen. Das Verrücken oder Verschieben der Rolle T geschieht mittelst eines eigenen Hebels (Rückstange), die hier nicht, wohl aber in Fig. 10 und 11 gezeichnet, beschrieben und mit e g f bezeichnet ist. Selber ist meist von gabelförmiger Gestalt und greift mit zwei Vorsprüngen e, g in den Hals c d der Rolle T; bei h ist sein Ruhe- oder Drehpunkt, der mit dem Gerüste oder Gestelle in fester Verbindung ist. Die Rückstange wird am andern Ende f — hier abgebrochen gedacht — mit einer oder beiden Händen bewegt, und die Scheiben so ein- oder ausgelöst. — Diese Auslösung ist eine der ältesten und früher sehr häufig angewendet worden; da aber bei dem Einrücken der Klauen oder Zähne e, f Fig. 2 eine Erschütterung entsteht, so wird sie jetzt nicht mehr so oft angewendet.

Bl. 26.

Die lose Rolle mit verschiebbarer Muff.

Fig. 3.

Fig. 3. Die lose Rolle mit verschiebbarer Muff Fig. 3 dient, wie die beiden vorhergehenden, zur Transmission einer Bewegung mittelst Schnüren oder Riemen, und besteht aus einer auf die Welle a b cylindrisch aufgesteckten Rolle T, welche aber in der Richtung der Wellachse nicht verschiebbar ist, sich aber mit geringer Reibung um selbe dreht. Diese Rolle ist von Holz und daher mit einer Büchse von Messing oder Schmiedeisen versehen; deßgleichen sind in Verbindung mit diesen zwei schmiedeiserne Bolzen e f und g h eingeschraubt, welche mit cylindrischen, über der Ebene der Rolle hervorstehenden Ansätzen e, g versehen sind.

Die auf der Welle a b quadratisch-prismatisch aufgesteckte und mit einem Halse c d versehene Muff L M wird mittelst der angegebenen Rückstange gegen die Scheibe T geschoben, wo sich dann die Bolzen e f und g h mit ihren cylindrischen Vorsprüngen e und g an die Arme L, M der Muff anlegen und so die Bewegung der Welle a b bewirken. — Zurückgeschoben, wie in der Zeichnung, so daß die Muff L M nicht mehr die cylindrischen Ansätze e g berührt, bewegt sich zwar die Rolle fort, aber die Welle a b bleibt in Ruhe.

Das Bajonnett.

Fig. 4.

Fig. 4. Das Bajonnett Fig. 4 ist eine Auslösung, welche in Baumwollspinnereien bei Bewegung der Spulen häufig gebraucht wird; a b ist eine senkrechte Welle, über welche die Rolle L, die durch eine Schnur ihre Bewegung von der Hauptwelle empfängt, fest gesteckt ist. Die Trommel T aber, von welcher aus die Spinnspulen durch Schnüre ihre Bewegung erhalten, ist cylindrisch auf die Welle a b gesteckt und mit cylindrischen eisernen Zapfen g und h versehen. Eine an die Welle viereckig angesteckte, jedoch verschiebbare, in Gabelform auslaufende Muff, das Bajonnett genannt, kann mittelst einer Rückstange so weit abwärts geschoben werden, daß sich die Zinken e f des Bajonnetts an die Zapfen g, h der Trommel T anlegen, wodurch letztere in Bewegung gesetzt wird. Ist, wie in der Zeichnung, das Bajonnett zurückgeschoben, so geht zwar die Welle mit der Rolle L, aber die Trommel T steht stille.

Auslösung für leichte senkrechte Wellen.

Fig. 5—7.

Fig. 5 bis 7. Fig. 5—7 unten links ist eine ähnliche Auslösung, welche in der vom Verfasser ausgeführten, öfters schon erwähnten Gastinger'schen Oelfabrik in München bei dem Rührwerk angewendet worden ist. Dieses

Rührwerk wird nämlich gleich den übrigen Maschinen von einem einzigen Wasserrade getrieben, und ist eine Vorrichtung, wodurch die in seines Pulver verwandelten Oelsamen, da diese vor dem Auspressen noch erwärmt werden, gehörig umgerührt werden müssen, um selbe vor dem Anbrennen zu bewahren. Die Auslösung Fig. 5 — 7 ist folgende: ein horizontales hölzernes Stirnrad T, das seine Bewegung von einem andern Zahnrade empfängt, setzt den Rührer, welcher sich an dem untern Ende der senkrechten Welle a b (hier abgebrochen) befindet, in oder außer Thätigkeit. Das Rad T hat eine mit ihm fest verbundene Büchse, welche mit dem Rade bei c und d in Halsbändern geht. In dieser cylindrisch ausgebohrten Büchse kann die Welle a b, welche oben einen fest mit ihr verbundenen Arm L M hat, in der Richtung ihrer Achse mittelst der Kette k, welche an einem das Umdrehen der Welle a b zulassenden Kloben i befestigt ist, gehoben oder gesenkt werden; geschieht nun letzteres, so daß der Arm L M sich an die im Rade T befestigten Zapfen g h anlegt, so wird die Welle a b in Bewegung gesetzt, während, so wie es hier gezeichnet ist, das Rad fortgeht, ohne der Welle a b seine Bewegung mitzutheilen. Bl. 26. Fig. 5 bis 7.

Klauen-Auslösung.

Fig. 8 und 9.

Die bis jetzt beschriebenen Auslösungen sind nur für jene Fälle geeignet, wo man sich der Schnüre und Riemen als Fortpflanzungsmittel einer Bewegung bedient, oder wo überhaupt der Widerstand nicht sehr beträchtlich ist. Da wo die Bewegung durch Räder fortgepflanzt werden muß, also in den meisten Fällen der Widerstand so groß ist, daß Riemen und Schnüre nicht mehr ausreichen, müssen auch die Auslösungen in entsprechender Stärke angeordnet werden. — Die Klauen-Auslösung Fig. 8 und 9, dann die Zahnscheiben-Auslösung Fig. 10 — 12 finden in jenen Fällen besonders häufig Anwendung. Die Klauen-Auslösung Fig. 8 und 9, so wie sie hier dargestellt und vom Verfasser öfters ausgeführt worden ist, besteht aus einer gewöhnlichen, bei den Kuppelungen schon kennen gelernten Klaue L M, welche, zur Aufnahme der Rückstange mit einem Halse c d versehen, auf die Welle a b quadratisch aufgesteckt und in der Richtung der Wellachse verschiebbar ist. Die andere Welle trägt dann das mit ihr fest verbundene Kreuzstück, oder es ist, wo es die Umstände nothwendig machen, wie hier, ein Zahnrad T gehörig ausgebüchst und auf die Welle, dessen Arme e f g h i k die Stelle des Kreuzes vertreten, cylindrisch aufgesteckt. Ist die Klaue, wie hier gezeichnet, so weit gegen das Rad gerückt, daß sie die Arme, wie hier e und h, berührt, so wird das Rad durch die Welle a b mitbewegt; ist hin- Fig. 8 und 9.

Bl. 26. gegen die Klaue zurückgeschoben, so daß sie außer Berührung mit den Armen ist, so geht zwar die Welle fort, das Rad aber steht stille.

Zahnscheiben-Auslösungen.

Fig. 10—16.

Fig. 10 bis 12. Die Zahnscheiben-Auslösung Fig. 10—12, schon von den Kuppelungen her bekannt, besteht wie dort aus zwei in einander greifenden verzahnten Scheiben L und T, von welchen die eine L, an die Welle a b cylindrisch angesteckt, aber durch die Schlußkeile i k l Fig. 12 fest mit ihr verbunden ist. Die andere Scheibe T ist gleichfalls an die Welle c d cylindrisch gesteckt, aber durch zwei Mitnehmer m und n Fig. 11 mit der Welle c d so verbunden, daß sie nur in der Richtung der Wellachse mittelst der Rückstange e g f verschoben merden kann. Damit aber, wenn die Scheibe T eingerückt wird (in der Zeichnung ist sie ausgerückt), selbe durch Erschütterungen nicht willkürlich ausgelöst werden kann, bringt man am Ende f der Rückstange einen Sperrhaken an, oder man steckt einen eigenen Nagel vor, der, wenn die Scheibe T ausgerückt werden soll, zuerst ausgezogen werden muß. Die Zahnscheiben-Auslösung kann ohne Anwendung des so eben angeführten Sperrhakens oder Rücknagels selbst da gute Dienste leisten, wo die eine Welle a b, durch welche die Kraft auch auf die andere Welle c d übergetragen wird, in eine zufällig rückgängige Bewegung gerathen würde, welche der Einrichtung jener Maschinen nachtheilig wäre, die durch die Welle c d bewegt werden. In diesem Falle würde nämlich durch die schrägen Zähne die Scheibe T von selbst zurückgeschoben, und die Welle c d so zum Stillstand gerathen.

Fig. 13 bis 16. Fig. 13—16 ist eine andere Arte Zahnscheiben-Auslösung. Eine von den Wellen C ist mit einer festen Muff A A versehen, die mit dieser durch den Schlußkeil oder Schlüssel a verbunden und mit vorstehenden Theilen b, b versehen ist, auf welche, wenn man will, die Vertiefungen m, m einer beweglichen Muff B B treten, die auf einer Welle F sich befindet, die sie mittelst des Schlüssels f mit in ihre Bewegung hereinzieht. Es wird diese Muff mittelst einer Rückstange, Rückgabel bewegt, oder ein- und ausgerückt.

Auslösung zur Verwandlung einer fortgehenden in wiederkehrende Kreisbewegung.

Fig. 17—19.

Fig. 17 bis 19. Fig. 17—19 ist eine Auslösung, welche zur Verwandlung der continuirlich kreisförmigen Bewegung einer Welle A in die abwechselnd kreisförmige Bewegung einer Welle N, die in derselben Ebene, aber senkrecht auf derselben steht, angewendet wird.

Die beiden Räder R und R' der Welle N sind lose, d. h. sie bewegen Bl. 26.
sich frei und unabhängig auf der Welle. Das Rad S dagegen ist auf Fig. 17 bis 19.
der Welle A befestiget, und steht mit den beiden Rädern R und R' so im Eingriff, daß sich dieselben fortwährend drehen, das eine in dieser, das andere in der andern Richtung.

Eine verschiebbare Muff P, die auf der Welle N, zwischen den beiden Rädern R und R' angebracht, ist mit zwei Klauen q und q' versehen, wovon die eine oder die andere, je nach der Stellung der Muff, die eine oder die andere von den Klauen p, p' an den Rädern R und R' ergreifen. Da sich die Welle N wegen des Schlüssels l mit der Welle drehen muß, so kommt es, daß, je nachdem das eine von den beiden Rädern mit der Muff verbunden ist, sich die Welle A in der einen oder in der andern Richtung dreht.

Active Auslösungen.

§. 157.

Fig. 20 — 30.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, im Gange befindliche Maschinen durch eine oder die andere der bis jetzt beschriebenen Auslösungen zum Stillstand zu bringen, obwohl dieß in manchen Fällen, wo großer Widerstand vorhanden ist, oft auch nur mit großem Kraftaufwande geschehen kann; aber weit schwieriger und in seinen Folgen nachtheiliger ist es, wenn eine in Ruhe befindliche Maschine, besonders wo eine große Umlaufs-Geschwindigkeit vorhanden ist, durch plötzliches Einrücken in Bewegung gesetzt werden soll. Da nämlich vermöge der einer jeden Masse eigenthümlichen Trägheit das Bestreben eines jeden Körpers dahin geht, entweder in seiner ursprünglichen Ruhe zu verharren, oder seine angenommene Bewegung fortzusetzen, so muß, wenn eine in Ruhe befindliche Maschine eingerückt wird, ein Nachgeben ihrer Theile stattfinden, bis sie allmählich die Geschwindigkeit jener Triebwelle, mit welcher sie durch die Einlösung verbunden wurde, erlangt hat. Außerdem tritt, wenn nicht gehöriger Ueberschuß an Triebkraft vorhanden ist, Stillstand in der Bewegung ein, oder es müssen bei gehörigem Kraftüberschuß einzelne Theile, als Radzähne, manchmal selbst ganze Räder und Wellen, so wie deren Kuppelungen, zerbrechen. Immerhin ist es ein Glück, wenn es die letzteren trifft, indem diese doch geringere Maschinentheile sind, welche leicht und schnell wieder ausgewechselt werden können. Deßwegen muß man, wie in der Abtheilung „Kuppelungen" schon angeführt wurde, von diesen Theilen stets einige vorräthig halten, und um einen eintretenden Bruch von wichtigeren Theilen, als Rädern und Wellen, abzuleiten, und construirt daher diese Theile oft vorsätzlich so schwach, daß sie bei wirklich eintretenden Störungen sogleich brechen.

Bl. 26. Da aber hiedurch dennoch unangenehme Störungen wegen Zeitverlust, besonders bei größeren Etablissements, eintreten, so hat man auch diesen durch Anwendung sogenannter nachgebender oder selbstthätiger Auslösungen zu begegnen gesucht, die hauptsächlich da Anwendung finden, wo die Bewegung durch verzahnte Räder fortgepflanzt wird, weil hier am ersten besonders an den Zähnen Brüche eintreten. Wo eine Bewegung durch Riemen fortgeleitet wird, schleifen sie anfänglich beim Einrücken, bis die Maschinen ihre gehörige Geschwindigkeit erreicht haben, wo dann die Bewegung wieder regelmäßig von Statten geht; übrigens gibt es auch hier Fälle, bei welchen eine nachgebende Kuppelung oder Auslösung wünschenswerth erscheint. Die Reibung, deren wir uns in anderen Fällen so sehr entwehren, ist es hier, welche uns zum gewünschten Ziele führt.

Frictions-Scheiben.

Fig. 20.

Fig. 20. Fig. 20 haben wir eine nachgebende Auslösung für Riemscheiben, von welchen die in T auf der Welle c d fest, die andere L aber gehörig ausgebüchst rund aufgesteckt ist. Durch die Rückstange h e f, welche in h ihren Ruhepunkt hat und bei f bewegt wird, wird die Rolle L, über welche der Riemen von der Hauptwelle ausgeht, angedrückt, bis durch die Berührung der beiden ebenen Seiten des Riemlaufes L und der Rolle T die Reibung so groß ist, daß die Welle a b die gehörige Geschwindigkeit erlangt hat. Damit beide Scheiben T und L gehörig in Berührung bleiben, muß die Rückstange bei f entweder durch einen Sperrhaken oder Stecknagel festgehalten werden.

Frictions-Klauen.

Fig. 21—24.

Fig. 21 und 22. Fig. 21 und 22 ist eine nachgebende Auslösung, die sogenannte Frictions-Klaue, welche bei der Transmission einer Bewegung mittelst verzahnter Räder selbst bei den größten Maschinen mit Vortheil angewendet werden kann. Ihre Einrichtung ist folgende:

Mit der Welle ab ist eine Krücke NO fest verbunden, welche beiderseits bei NO mit Einschnitten zur Aufnahme der Gabel LPMQ versehen ist. Die Gabel LPMQ hat auf der Welle noch einen Hals e f zur Aufnahme der Rückstange, mittelst welcher sie auf der Welle a b verschiebbar ist. An die andere Welle c d ist eine gußeiserne Scheibe RS fest angesteckt, welche an ihrer krummen Fläche eine Vertiefung (Nuth) zur Aufnahme eines, aus zwei Theilen bestehenden und durch die Schrauben h, g zusammengezogenen Ringes TU hat. So wie das Ganze gezeichnet ist, sind beide Wellen in Verbindung, so daß, wenn die Welle

c d eine Bewegung erhält, die Welle a b sie gleichfalls empfängt. Soll die Bewegung der Welle a b aufhören, so wird das Klauenstück **L M** mittelst der Rückstange zurückgeschoben, bis ihre Enden **P**, **Q** den Ring **T U** nicht mehr berühren. Da hier die Uebertragung der Bewegung der Welle c d auf a b durch den Ring **T U** geschieht, so wird vorausgesetzt, daß derselbe mittelst der Schrauben h, g so gespannt ist, als es der zu überwältigende Widerstand erheischt; wird nun dieser Widerstand zufällig oder vorsätzlich vergrößert, so dreht sich der Ring **T** in der Nuthe der Scheibe **R S**, und die a b bleibt in Ruhe. Dasselbe geschieht bei plötzlicher Einrückung; da nämlich vermöge natürlicher Trägheit der Welle a b oder der durch sie in Bewegung gesetzten Maschine anfänglich der Widerstand größer ist, so wird sich auch im Anfange der Ring drehen, und erst, nachdem die Trägheit überwunden ist, wird die Bewegung der Welle a b ordentlich erfolgen. Bl. 26. Fig. 21 und 22.

Solche nachgebende Auslösungen oder Kuppelungen sollten überall angebracht werden, wo Beschädigung der die Maschinen bedienenden Menschen oder der Maschinen selbst stattfinden kann.

Fig. 23 und 24 ist eine andere nachgebende Auslösung, die vom Verfasser bei einem Getreide-Aufzuge, welcher nebst noch anderen Maschinen von einem Wasserrade getrieben wird, ausgeführt worden ist. — **N O** ist eine Trommel, auf der sich das Zugseil befindet, und welche auf der eisernen Welle a b rund aufgesteckt ist; **L M** ist die auf die Welle a b viereckig aufgesteckte Klaue, welche bei c d mit einem Hals für die Rückstange versehen, und dadurch auf der Welle verschoben werden kann. Die gußeiserne Scheibe **R S** der Trommel **N O** hat einen cylindrischen Vorsprung, auf dem ein schmiedeiserner Ring **T U** mittelst dreier Schrauben g, h, i so befestigt ist, daß, wenn das Maximum des Widerstandes überschritten wird, sich dieser Ring, welcher zwei cylindrische Bolzen e und f hat und an welche sich die Klaue mit ihrem Vorsprunge **Q P** anlegt, dreht und die Trommel in Ruhe bleibt. Diese Anordnung hat sich mehrmals schon bewährt; unter anderm hat sich einmal das Seil, an welchem der 3 Centner schwere Getreidesack zum Aufziehen bereits eingehängt war, um die eine Achse des Wagens geschlungen, auf dem ohnehin noch 30 Centner Getreide lagen, und da eben eine der vom Wasserrade getriebenen Maschinen ausgelöst war, so hat das Rad eine solche Kraft entwickelt, daß mittelst des Zuges, das Nichtzerreißen des Seiles oder eines anderen Theiles vorausgesetzt, der ganze Wagen hätte aufgezogen werden können; wirklich wurde auch anfänglich der Wagen etwas gehoben, bis endlich der Ring **T U** sich zu drehen anfing, und dadurch das Seil auf die Trommel **N O** nicht weiter aufgewickelt wurde. Fig. 23 und 24.

Bl. 26.

Frictions-Kegel.

Fig. 25.

Fig. 25. Eine andere nachgebende Kuppelung mittelst zweier Frictions-Kegel ist in Fig. 25 dargestellt. Durch die eiserne Welle a b wird die Bewegung mittelst eines conischen Rades N O auf ein in dieses eingreifendes anderes conisches Rad, das hier nicht gezeichnet ist, übergetragen. Das conische Rad N O ist auf die Welle a b rund aufgesteckt und wird auf dieser durch die mit ihr befestigten Ringe c d und i k unverrückbar erhalten. Dieses conische Rad endigt rechts in einen hohlen Kegel, über welchen ein anderer concaver Kegel L M mittelst der in den Hals e f eingreifenden Rückstange angeschoben werden kann. Letzterer hohler Kegel ist auf die Welle zwar auch cylindrisch aufgesteckt, erhält aber mit dieser die Verbindung durch einen Schlüssel v w. Durch den mit der Welle a b fest verbundenen Ring g h wird das zu weite Zurückschieben des Kegels L M verhindert. Wird nun der concave Kegel L M mittelst der Rückstange über den converen Kegel N O geschoben, so wird durch die zwischen beiden Kegeln stattfindende Reibung die Bewegung der Welle a b auf das conische Rad N O übergetragen, und dadurch vermittelst des andern, hier nicht gezeichneten conischen Rades, auf die andere Welle fortgepflanzt. Würde bei dieser letzteren Welle der Widerstand größer, als die zwischen beiden Kegeln stattfindende Reibung, so bleibt das Rad N O stehen, während die Bewegung der Welle a b noch fortdauert.

Auslösung in der Porcellanmanufactur zu Sèvres, von John Hall construirt.

Fig. 26—30.

Fig. 26 bis 30. Fig. 26 ist ein Durchschnitt nach der gebrochenen Linie 1, 2, 3 in Fig. 30; Fig. 27 ist ein vorderer Aufriß der Muff nach der Ebene m, m in Fig. 26; Fig. 28 derselbe Aufriß, jedoch ohne das Stück A; Fig. 29 ein Durchschnitt des Stückes B nach der Linie 4 und 5 in Fig. 27 und 28; Fig. 30 endlich ein Aufriß nach der Ebene p, q in Fig. 26.

C ist die Triebwelle; D die auf dieser Welle verschiebbare Muff; E die Mühlwelle, welcher man die Bewegung mittheilen will; F Gußeisenstück, welches aus einem Reif f und aus einem hervorstehenden Ringe g, der auf der Welle E festgekeilt ist, besteht; a Verbindungsschlüssel; B Gußeisenstück, welches mit freier Reibung über das Stück F greift; e e, e′ e′ dicke Lederscheiben; d, d, d d Verbindungsbolzen zwischen den Stücken A und B; b, b Griffe des Stückes A, welche in die entsprechenden Vertiefungen b′ b′ des Stückes B treten.

§. 158. Bl. 26.

Auslösung von Zahnrädern.

Fig. 31—38.

Wo durch verzahnte Räder eine Bewegung fortgepflanzt wird und es sich sonst mit der übrigen Einrichtung verträgt, trifft man gerne eine solche Anordnung, daß, statt einer der beschriebenen Auslösungen, jenes der eingreifenden Räder, wodurch die Bewegung von der allgemeinen Betriebswelle auf eine zweite übergetragen wird, unmittelbar außer Eingriff gesetzt werden kann.

Fig. 31 ist eine solche Anordnung, wobei A ein verticales Stirnrad Fig. 31. ist, das die Bewegung auf ein anderes Stirnrad B überträgt. Das Zapfenlager des Rades A ist fest, während das des Rades B auf einem Hebel h c ruht, der in h seinen Unterstützungspunkt hat. Dieser Hebel h c ruht mit seinem andern Ende f auf einem festen Stützpunkt, der so weit unterhalb liegt, als es der Eingriff beider Räder bedingt. An diesem Stützpunkte befindet sich ein zweiter Hebel g e d, der in e seinen Bewegungspunkt hat, und dessen Ende g auf das Ende f des Hebels h f wirkt; sobald der Hebel g e d bei d niedergedrückt wird, wird dann das Rad B gehoben und so aus dem Eingriffe mit dem Rade A gerückt. Es ist dieses eine Vorrichtung, welche häufig angewendet wird, jedoch bei großer Geschwindigkeit nicht empfehlenswerth erscheint, indem bei plötzlicher Einrückung (hier ins Geschirrfahren genannt) bedeutende Stöße entstehen, und selbst oft Zähne abgerissen werden können.

Eine andere Auslösung für verzahnte Räder ist in Fig. 32—38 Fig. 32 bis 38. dargestellt, welche vom Verfasser bei verbesserten Mahlmühlen und gerade so, wie sie hier gezeichnet ist, auf der schon erwähnten Brudermühle bei München allein vierzehnmal ausgeführt worden ist. Wie schon bei der Beschreibung der Transmission der Bewegung jener Mühle Blatt 21 angeführt wurde, wurden dort 4 Mahlgänge von einem Wasserrade getrieben; da es sich nun trifft, daß ein Gang wegen des Schärfens der Steine oder anderer Ursachen halber stille stehen muß, während die andern sich im Gange befinden, so ist es nothwendig, jeden Gang einzeln abstellen zu können, was mittelst dieser Vorrichtung bewerkstelliget wird. — a b ist die schmiedeiserne Welle (Mühleisen), welche den Laufstein (Läufer) trägt, und der seine Bewegung durch das auf die Welle a b conisch aufgesteckte Getriebe T L erhält. Der conische Theil c d der Welle, sowie der Mitnehmer e f, wodurch das Getriebe seine Verbindung mit der Welle a b erhält, ist aus Fig. 33 ersichtlich; ebenso der untere, eigens eingesetzte stählerne Zapfen mit seiner zum Centriren eingerichteten Pfanne.

Die Pfanne, in Fig. 34 horizontal projicirt, ist mittelst 4 Schrauben

Bl. 26. Fig 32 bis 38. g, h, i, k, deren Köpfe auf der untern Seite auf der in den Steg IIK eingelassenen Platte LM aufliegen, unverrückbar befestiget. Fig. 35 ist die Ansicht dieser Platte LM von unten nach oben gesehen. Diese Platte hat bei q ein cylindrisches Loch, durch welches eine Schraube NO geht, deren Kopf N in den Steg KH eingelassen ist und, auf der oberen Seite der Platte LM aufliegend, von dieser festgehalten wird. Das Getriebe TL hat an seiner untern Seite einen cylindrischen Vorsprung rs, mit welchem es auf einem Ringe RS aufliegt. Fig. 37 ist dieser Ring von unten nach oben gesehen dargestellt, und Fig. 38 ein Querschnitt desselben. Dieser Ring wird von zwei cylindrischen Stangen mo und ln getragen, welche durch entsprechende Löcher der Pfanne und der Platte PQ hindurchgehen und unten durch einen gußeisernen Steg, in Fig. 36 von unten nach oben gesehen projicirt, gehalten werden. Der Steg PQ liegt auf einer mit Handfassen versehenen schmiedeisernen Mutter VW auf. Wird nun die Mutter angetrieben, so wirkt sie auf den Steg PQ und hebt selben mit den cylindrischen Stangen mo und nl und dem Ring RS, und somit auch das Getriebe TL in die Höhe, bis selbes über dem Mitnehmer ef, Fig. 33, sich befindet, wo dann das Getriebe TL und seine Achse durch das große horizontale Stirnrad fortbewegt wird, die Achse ab aber mit dem von ihr getragenen Läufer stille steht.

§. 159.

Auslösung für Königswellen bei rückgängiger Bewegung.

Fig. 39 — 42.

Fig. 39 bis 42. Wir fügen den vorhergehenden hier sogleich in Fig. 39—42 noch eine Auslösung für senkrechte Wellen an, wobei, wenn eine Welle eine rückgängige Bewegung annimmt, die andere sogleich stille steht. Es ist nämlich in Fig. 39 und 40 cd die bei c in einem Halsbande gehende untere, ab die obere Welle, welche bei o mit einem Zapfen in der Pfanne der untern Welle steht. An der oberen Welle ab sind zwei bewegliche Arme fg und hk mittelst einer Schraube lm angebracht, welche sich an den Vorragungen der mit der oberen Welle fest verbundenen, in Fig. 42 horizontal dargestellten Platte op anlegen, und an ihren unteren Enden gk mit den entgegengesetzten Hervorragungen qr der mit der untern Welle cd fest verbundenen und in Fig 41 horizontal dargestellten Platte zusammentreffen. So wie hier diese Auslösung dargestellt ist, wird die Bewegung beider Wellen in der Richtung der in der horizontalen Projection Fig. 41 und 42 angegebenen Weise stattfinden. Würde aber eine rückgängige Bewegung eintreten, so finden die beweglichen Arme eg und hk keinen Widerstand, und es hört die Bewegung der zweiten Welle auf.

§. 160.

Bl. 26.

Verbesserte Zahnscheiben-Auslösung.

Fig. 43 — 45.

Wenn die Auslösungen mit Rückstangen nicht immer vollkommen rein erhalten und gut eingeschmiert werden, so ist es besonders bei Maschinen, wo großer Widerstand vorhanden ist, schwer und manchmal bei fehlerhafter Construction sogar unmöglich, während des Ganges auszulösen. Höchst willkommen war uns daher eine, in Dinglers polytechnischem Journal enthaltene, aus dem **Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse** entnommene Abbildung und Beschreibung der Construction einer Auslösung, welche, bei noch so großem Widerstande, selbst von einem Kinde gehandhabt werden kann. Da diese Auslösung unsern vollen Beifall hat, so haben wir selbe in einer Stirnansicht Fig. 43, dann einen Durchschnitt Fig. 44 und eine horizontale Projection Fig. 45 dargestellt, und es ist a b die erste Welle, von welcher die Bewegung mittelst Zahnscheiben-Auslösung auf die Welle c d übergetragen wird. **L** ist die eine auf der Welle a b fest aufgesteckte Zahnscheibe, **T** die andere, durch die Mitnehmer g h und i k mit der Welle c d verbunden, jedoch auf ihr durch die in e f eingreifende Rückstange (hier nicht gezeichnet) verschiebbar. Die verrückbare Scheibe **T** ist außerhalb ihrer Zähne bei **R** mit einer Schraubenfläche versehen, deren Steigung gleich der Zahntiefe oder noch etwas größer als diese ist. In einer festen Docke l m befindet sich ein Hebel **O P**, der, wenn er in die in Fig. 43 durch gestrichelte Linien angegebene Lage **O′ P′** gebracht wird, mit seinem Ende **O** auf die Schraubenfläche wirkt und so die Scheibe **T** nach einem Umgang der Welle vollkommen ausrückt, so wie sie in Fig. 44 und 45 gezeichnet ist. Nach erfolgter Ausrückung fällt der Hebel Fig. 43 in die Lage **O P** von selbst zurück, wo er dann das Einrücken der Scheibe **T** mittelst der in dem cylindrischen Halse e f gehenden Rückstange nicht mehr hindert. Die Schraubenfläche **R** an der Scheibe **T** kann auch so angeordnet werden, daß bei einem halben oder Viertels-Umgang die Welle ausgerückt wird. (Fig. 43 bis 45.)

Da es der Raum dieses Blattes gestattete, so haben wir hier noch eine Art Uebertragung der Bewegung von einer Welle auf eine andere aufgenommen, welche wir bis jetzt noch nicht erwähnt haben. Selbe besteht nämlich darin, daß man Räder aus aderigem Holze von cylindrischer Form, oder wie in Fig. 46, wo das eine **T** von convex-, das andere **L** von concavwulstförmiger Form gemacht ist, an ihren krummen Flächen sich so berühren läßt, daß durch die auf diese Weise entstehende Reibung die Bewegung des einen Rades auf das andere übergetragen wird. Daß aber der hiebei stattfindende Widerstand nicht beträchtlich seyn darf, versteht sich von selbst; übrigens erfolgt die Bewegung sanft und geräuschlos, weßwegen man sich ihrer auch allenthalben bedient. (Fig. 46.)

Achte Abtheilung.

Kurbeln, Balanciers und Zugstangen, dann Gestänge.

Blatt 27.

Kurbeln.

§. 161.

Allgemeine Erklärung.

Wir haben bereits in der Abtheilung „Zapfen" über Kurbeln oder Krummzapfen im allgemeinen gehandelt und dort angeführt, daß die Kurbeln mit Zug= oder Treibstangen, und in vielen Fällen mit Hinzufügung eines Balancier dazu dienen, eine geradlinig hin= und hergehende Bewegung in eine kreisförmig fortgehende, oder die kreisförmig fortgehende in eine geradlinig hin= und hergehende zu verwandeln, ebenso daß man für verschiedene Zwecke einfache, zweifache, dreifache und selbst vierfache Kurbeln hat; wir wollen uns nun jetzt im Detail mit denselben befassen.

Daß Kurbeln nie aus Holz, sondern immer nur aus Eisen gemacht werden können, wird keinem Zweifel unterliegen. Früher machte man Kurbeln bloß aus Schmiedeisen, und zwar gewöhnlich nur aus einem Stücke mit einem einfachen oder doppelten Blattzapfen, wie wir auf Blatt 2 Fig. 16 eine dargestellt haben, und welche constructionsweise selbst auf dreifache Kurbeln ausgedehnt wurde; da aber bei einem an der Kurbel vorkommenden Bruche auch der Zapfen von der Welle befreit werden muß, solch ein Kurbelzapfen schwierig und umständlich zu schmieden, daher auch theuer ist, und bei alledem selten ganz gesund und genau genug ausfällt, dann die erste Befestigung, wie besonders die Wiederverbindung bei einem eintretenden Bruche mit einer hölzernen Welle, namentlich bei mehrfachen Zapfen ebenfalls schwierig ist und viel Zeit erfordert, so macht man jetzt Zapfen und Kurbeln aus besonderen Stücken, gibt letzteren, vorzüglich wenn sie doppelt oder noch mehrfach vorhanden sind, eigene Anwellen, und verkuppelt sie mit dem Zapfen. Jetzt ist das Gußeisen das vorherrschende Material, aus welchem Kurbeln gemacht werden; auch werden Zapfen und Kurbel, selbst wenn letztere eine einfache ist, selten mehr aus einem Stücke gemacht, sondern jedes besonders, wobei dann die Kurbel entweder aus einem einzigen Stücke aus Guß= oder Schmiedeisen, oder aus mehreren Stücken, und dann gewöhnlich theils aus gegossenem, theils aus geschmiedetem Eisen besteht, Kurbel und Zapfen aber so mit einander verbunden werden, als ob beide nur Ein Stück wären, wobei jedoch darauf zu sehen ist, daß bei einem vorkommenden Bruche

des einen oder des anderen Theiles selbe leicht von einander getrennt, und der gebrochene Theil, welcher meist die Kurbel ist, schnell wieder durch eine stets vorräthig zu haltende ersetzt werden kann.

§. 162. Bl. 27.

Einfache gußeiserne und schmiedeiserne Kurbeln.

Blatt 27 Fig. 1—8.

Fig. 1—3 haben wir eine aus einem einzigen Stücke bestehende gußeiserne Kurbel dargestellt, wobei A ein Zapfen oder das Ende einer guß- oder schmiedeisernen Welle ist, auf dessen genau abgedrehten vorstehenden Theil a b die Kurbel D B E, dem Theile a b vollkommen entsprechend, genau ausgebohrt, aufgesteckt und durch den cylindrischen Stift o wie die kleineren Zahnräder, mit der Welle A verbunden und gehörig befestiget ist. An der Kurbel unterscheidet man, wie wir früher schon angeführt haben, den Arm DBE, auch Bug oder Knie genannt, dann die Warze oder Zapfen C, welche hier beide ein Stück ausmachen. An die Warze C wird die Zug- oder Treibstange gehängt, von welcher die Bewegung auf die Kurbel, oder umgekehrt von der Kurbel auf die Treibstange übergetragen wird, weßwegen die Warze C vollkommen entweder cylindrisch oder in Kugelform hergestellt werden und so eingerichtet seyn muß, daß die Treibstange nicht von ihr abgleiten kann. Zum Behufe des letzteren ist im vorliegenden Falle die Warze vorne mit einem cylindrischen Loche p versehen, in welches ein Stift aus Schmiedeisen oder Stahl fest eingetrieben wird; dieses ist übrigens keine der besseren Verbindungsarten, indem der in p eingetriebene Stift leicht los werden und dann die Zugstange über die Warze abgleiten kann. Auch ist man in neuerer Zeit davon abgegangen, den Bug D B E und die Warze C aus einem Stücke zu machen, weil letztere schwer abzudrehen und gewöhnlich der Theil ist, welcher am ersten einem Bruche unterliegt, wodurch dann die ganze Kurbel verloren ist. Fig. 1 bis 3.

In Fig. 4—6 haben wir Constructionen aufgenommen, wo die Arme D B E aus Gußeisen, die Warze C aber aus Schmiedeisen oder Stahl eigens eingesetzt sind. Die Verbindung und Befestigung der Warze C mit dem Arme B D E kann auf verschiedene Weise bewerkstelliget werden, und zwar wie in Fig. 4, wo die Warze C an ihrem hinteren Ende bei g einen Ansatz hat, conisch in den Bug D B E eingesetzt ist und in eine Schraube k endiget, deren Mutter auf der Hinterseite des Buges aufliegt, oder entweder über diese vorsteht oder versenkt ist. Die Schraube muß hiebei sehr fest geschnitten seyn, daß sie nicht los wird, welches zu verhindern man die Schraube bei k etwas vorstehen läßt und leicht vernietet. Die Warze C hat vorne ein länglich viereckiges Loch Fig. 4 bis 6.

Bl. 27. Fig. 4 bis 6. p r, in welches zur Verhütung des Abgleitens der Treibstange eine schmiedeiserne Doppelschließe eingetrieben wird, worauf deren beide untere Flügel auseinander gebogen werden.

Fig. 5 und 6 sind sehr einfache, aber ganz vorzügliche Befestigungs-Weisen der Warze C mit dem Arme B E. Bei beiden ist die Warze C conisch eingesetzt, und durch einen viereckigen Splint oder Keil q festgehalten. Die Warze ist an dem Theile C, an welchem die Treibstange eingehängt ist, schwächer, wodurch bei v ein Ansatz und bei u ein Vorkopf entsteht, durch welche die Treibstange zwischen v u gehalten und vom Abgleiten verhindert wird.

Fig. 7 und 8. Fig. 7 und 8 haben wir noch eine Kurbel mit einer kugelförmigen Warze C dargestellt, für welche natürlich auch die Pfannen der Treibstange, welche die Warze umfassen, hohle Kugelzonen seyn müssen, und welche Anordnung in den Fällen getroffen wird, wo die Bewegung der Treibstange nicht mehr in einer auf der Kurbelwarze C senkrechten Ebene stattfindet.

Zugstangen.

§. 163.

Zugstangen aus Schmiedeisen.

Fig. 9—12.

Die Zugstangen, Treib-, Schub-, auch Bläuelstangen genannt, werden aus Schmiedeisen und Messing, oder Guß-Schmiedeisen und
Fig. 9 bis 12. Messing, oder aus Holz und Schmiedeisen mit Messing gemacht. Fig. 9—12 haben wir zwei aus Schmiedeisen und Messing in verticaler und horizontaler Projection dargestellt. Beide sind von der einfachsten Form, wie man sie sonst bei Wasserdruckwerken hatte, und hie und da noch hat, wo die Zugstange mit den hier dargestellten Obertheilen in C an die Kurbelwarze eingehängt wird, und das untere Ende der hier abgebrochenen Stange A mit dem Pumpenkolben verbunden ist.

(Diese Verbindungen der Zugstange mit Kolben kommen bei hydraulischen Maschinen in Betrachtung.) Beide Stangen A sind, wie aus den horizontalen Projectionen Fig. 10 — 12 hervorgeht, von quadratischem Querschnitte, und endigen an ihrer Oberseite Fig. 9 und 11 gabelförmig, in zwei Zweige B und D auslaufend, welche als Träger der die Kurbelwarze C umschließenden Büchsen oder Anwellen E und F dienen. Beide Zweige B und D sind mit Schrauben versehen, durch deren Muttern h h das obere Anwell F F festgehalten und bei eintretendem Ausgehen so weit gegen das untere Anwell E E niedergedrückt werden kann, bis beide die Kurbelwarze wieder genau berühren. In Fig. 9 — 10 sind diese Zweige

B D, von der untern Seite l l angefangen, cylindrisch und gehen durch in beiden Anwellen E F correspondirende Löcher, diese genau ausfüllend, wobei die aus Messing oder Glockenspeise gegossenen Anwellen viel größer, daher auch schwerer und theurer werden, als in Fig. 11 und 12, wo der ganze Obertheil der Stange von n n an in gleicher Dicke der Stange A fortgeht, die zwei Zweige B und D von der Unterseite l l des unteren Lagers E bis zur halben Höhe des oberen Lagers D von quadratischem Querschnitte sind und erst da in Cylinder auslaufen, an welche die Schrauben angeschnitten sind. Beide Anwellen E und F stehen über die flachen Seiten des Obertheiles vor, und sind zwischen die Zweige B und D eingeschlitzt. Auf dem oberen F liegt eine Ueberlage f g aus Schmiedeisen, auf welchem die Muttern h h aufliegen, und durch diese und das obere Lager ist das Schmierloch o eingebohrt. In Fig. 9 ist das Schmierloch o in das obere Lager allein gebohrt, weil hier kein Ueberlager nöthig ist. Die Muttern B D müssen fest angeschnitten seyn, und, um ihr Loswerden zu verhindern, schiebt man einen Schlüssel (Zaum) über sie, welcher sie beide umfaßt und festhält; besser ist es, man schraubt auf jede Mutter noch eine zweite (Gegenmutter), wie wir schon bei der Abtheilung „Zapfenlager" angegeben haben. Bl. 27. Fig. 9 bis 12.

§. 164.

Gußeiserne Zugstange.

Fig. 13 und 14.

Fig. 13 und 14 ist eine zum größten Theile aus Gußeisen bestehende und von einer Dampfmaschine entnommene Treibstange dargestellt. Dieselbe besteht aus dem gußeisernen Hauptkörper, welcher sich in ein, in zwei Zweige B und D theilendes, gabelförmiges flaches Gehäuse zur Aufnahme der die Kurbelwarze umfassenden Anwellen E und F endiget. Die Anwellen E und F stehen über die flachen Seiten des Gehäuses etwas vor, und sind in die Zweige B und D eingeschlitzt. Das Stellen der Anwellen F und E geschieht hier nicht mehr, wie in Fig. 9 und 11 durch Schrauben, sondern mittelst eines Keiles h h, welcher einerseits in einer Nuth des Anwelles E, anderseits auf einer Schließe k k, Gegenkeil genannt, aufliegt; letzterer hat an seinen Enden rechtwinklige Abkröpfungen, welche genau an den beiden schmalen, durch Ebenen begränzten Seiten der Zweige B und D des Gehäuses anliegen, damit besonders beim Antreiben des Keiles h h eine feste Verbindung zwischen B und D vorhanden ist. Fig. 13 und 14.

Die länglich viereckigen Löcher in B und D für den Keil h und Gegenkeil k müssen etwas breiter seyn, als die rechtwinkligen Abkröpfungen

Bl. 27. des Gegenkeiles k k lang sind, damit man mit diesen gut einfahren kann. Keil und Gegenkeil sind von Schmiedeisen oder Stahl, die Anwellen E und F von Messing, und das obere mit dem seitwärts eingebohrten Schmierloch o versehen. Gehörig genau ausgeführt ist diese Construction der Treibstange, besonders die Verbindung der Anwellen mit ihr, eine der einfachsten und zugleich vorzüglichsten, und jetzt fast überall in Anwendung.

§. 165.

Gegenbalancier (Contrebalancier).

Fig. 15—17.

Fig. 15 bis 17. Wir werden im Verlaufe noch mehrere Constructionen von Kurbeln und Treibstangen kennen lernen, und wollen jetzt zu einer Zusammensetzung von Kurbeln und Treibstangen übergehen. Diese Vorrichtung heißt Gegen-Balancier (Contre-Balancier), und dient zur Umänderung der kreisförmig fortgehenden Bewegung in geradlinig fortschreitend wiederkehrende, oder umgekehrt. Der Cylinder, in welchem die Bewegung eines Kolbens stattfindet, oder überhaupt der Maschinentheil, von welchem die geradlinig hin- und hergehende Bewegung ausgeht, oder bei welchem dieselbe aus continuirlicher Kreisbewegung abgeleitet werden muß, liegt tiefer, als die rotirende Achse A; deßgleichen liegt die Achse EF der Kolbenstange in einer durch die Achse der Welle A gehenden senkrechten Ebene. Fig. 15 ist die ganze Zusammenstellung in einer ersten verticalen Projection.

Fig. 16 und 17 sind Details in größerem Maßstabe. Die Kurbel CG, Fig. 15, ist cylindrisch an die Welle angesteckt und durch einen Mitnehmer oder Schlußkeil mit ihr verbunden. Die Warze G ist von Stahl, und wie in Fig. 5 oder Fig. 6 eingesetzt, und mit einem Vorkopf versehen, der das Abgleiten der Zug- oder Treibstange verhindert. Die Zug- oder Treibstange HK, hier aus Schmiedeisen, in ihrer Mitte etwas bauchig und rund gedreht, endiget am Obertheile H, mit welchem sie an die Kurbelwarze G gehängt ist, in flachprismatischer Form zum Tragen der messingenen die Kurbelwarze G umfassenden Anwellen, welche aber hier, nicht wie in Fig. 13 und 14 in einem mit der Treibstange aus einem Stücke bestehenden Gehäuse liegen, sondern durch einen sogenannten Bügel von Schmiedeisen, durch Keil h h und Gegenkeil k k gehalten und mit der Treibstange verbunden sind, wo selbe Anwellen dann durch den Keil h h, wie in Fig. 13 und 14, zusammengetrieben werden können. Am Untertheile K endiget die Treibstange gabelförmig in zwei Zweige O O, Fig. 17, deren jeder Zweig O O, wie hier, durch Bügel, Keil und Gegenkeil, die messingenen Anwellen trägt, welche die Achse PP umschließen, an welcher zwischen den beiden Zweigen O O an einer Hülse (Zwinge) Q die Kolbenstange, durch

Keil und Gegenkeil mit E F verbunden, von welcher die geradlinige Bewegung ausgeht, eingehängt ist. Durch die auf die Achse P P rund aufgesteckten messingenen Scheiben u u, Fig. 17, in gehöriger gleicher Entfernung vom Mittel der Kolbenstange gehalten, sind die beiden Gelenke oder Verbindungsstücke A N L von Schmiedeisen oder Stahl ebenfalls rund an die Achse P P gesteckt, und wieder am Abgleiten durch die Muttern t t verhindert, welche zur Vermeidung der Reibung auf messingene, an die Gelenke A N L angenietete Scheiben aufliegen. Jedes der Gelenke A N L trägt zwei eingenietete cylindrische, mit Köpfen versehene stählerne Zapfen r r und s s, an welche die Lenker A B und L M von Schmiedeisen, mit messingenen Lagern versehen, eingehängt sind. Bl. 27. Fig. 15 bis 17.

Die Lenker A B und L M sind so geordnet, daß, wie aus Fig. 17 ersichtlich, auf einer Seite deren ein Paar, das andere aber auf der andern gegenüberstehenden Seite ist, so daß die Treib- und Kolbenstange in der Mitte zwischen beiden durchgeht. Ihre beiden Enden A B und L M Fig. 15 sind ganz gleich gestaltet, und mit messingenen Anwellen, welche durch Keile zusammengetrieben werden können, versehen. In M und B sind die festen Drehachsen der Lenker, bestehend aus mit Köpfen versehenen cylindrischen, stählernen Zapfen, welche in eigene, mit feststehenden Säulen oder Gestellen verbundene Träger V W eingeschraubt sind. Schließlich bemerken wir noch, daß Fig. 17 in der Lage projicirt ist, wo die Lenker A B und L M horizontal und die Gelenke A L senkrecht stehen, wobei man sich die Lenker A B mit einer senkrechten Ebene Z Z durchschnitten gedacht hat. In der neunten Abtheilung „Verwandlung der Bewegungen“ Blatt 34 Fig 98 und 99 folgt die graphische Construction.

§. 166.

Doppelte Kurbeln.

Fig. 18 und 19.

So wie früher die einfachen Kurbeln bei dem Gebrauche von hölzernen Wellen gewöhnlich aus einem Stück mit einem Blattzapfen gemacht wurden, so geschah es auch, wie schon angeführt, bei doppelten Kurbeln. Ja, man ging so weit, dieses auf drei-, ja selbst auf vierfache Kurbeln auszudehnen, was aber jetzt als unzweckmäßig unterlassen wird. Da jedoch doppelte Kurbeln, besonders bei Wasserdruckwerken, ihrer einfachen Constructionsweise halber, auch jetzt noch öfters aus einem Stücke mit einem Blattzapfen gemacht werden, so haben wir in Fig. 18 als eine erste, Fig. 19 als zweite verticale Projection, eine solche dargestellt. Fig. 18 und 19.
Dieselbe ist mit einem eisernen Blattzapfen, aus einem Stücke geschmiedet

Bl. 27. Fig. 18 und 19. und mit der hölzernen Welle A B auf die bekannte Weise durch 4 Ringe K k und einem Bolzen l mit Schließe mit der Welle verbunden (Abtheilung Zapfen). C ist der in den Anwellen liegende Hals, D der eine, G H der andere Kurbelarm; E die erste, F die zweite Warze, an welcher die Kolben- oder Treibstangen, meist von der Form Fig. 9—12 angehängt werden, von welcher die in E eingehängte, ohnehin durch die beiden Arme D G, die in F eingehängte Treibstange aber durch den Vorkopf w am Abgleiten verhindert wird.

Bei den doppelten Kurbeln unterscheidet man solche, wo die Achsen der beiden Warzen E und F mit der Achse des Halses C oder der Welle überhaupt in einer Ebene liegen, wie die in Fig. 18 und Fig. 19, und solche, wo die Achse des Halses C und der einen Warze E in einer Ebene, die Achse der andern Warze F, mit der des Halses C aber in einer, auf der ersten senkrechtstehenden Ebene liegt. Die Kurbeln der ersten Gattung sind allerdings leichter auszuführen als die der zweiten, allein davon abgesehen, daß die mittelst der Kurbel erzeugte Bewegung überhaupt eine ungleichförmige ist, findet bei der ersten Gattung, wo die beiden Warzen unter einem Winkel von 180° stehen, der manchmal sehr fatale Umstand statt, daß die geradlinige Bewegung der Treib- oder Kolbenstange einmal 0 wird, was, vorausgesetzt, daß selbe mittelst der Kurbel Fig. 18 und Fig. 19 in senkrechter Richtung auf- oder abwärts stattfinden muß, immer dann eintritt, wenn beide Warzen in einer senkrechten Ebene stehen, also die Kurbel die Stellung wie in Fig. 18 und Fig. 19 einnimmt, wodurch ein Absetzen oder eine stoßweise Bewegung entsteht, welche man bei Pumpen, besonders aber bei Gebläsen nicht gerne hat, weßwegen man dann die Kurbeln hauptsächlich bei letzteren so anordnet, daß die beiden Warzen unter einem Winkel von 90° stehen, wovon wir auf der nächsten Platte Beispiele aufführen.

Anordnung zur Verwandlung der geradlinigen Bewegung des Kolbens einer Dampfmaschine in kreisförmig fortgehende Bewegung.

Fig. 20 — 27.

Wir wollen die auf vorliegender Platte 27 dargestellte Anordnung, die geradlinige Bewegung der Kolbenstange einer Dampfmaschine in kreisförmig fortgehende Bewegung zu verwandeln, näher in Betracht ziehen, wobei wir die schmiedeiserne doppelte Kurbel als ein Muster einer guten Construction und Form aufstellen.

Fig. 20 bis 27. Fig. 20—27 ist diese ganze Anordnung dargestellt, und es ist Fig. 20 eine erste verticale Projection; Fig. 21 eine zweite verticale Projection mit theilweisem Durchschnitte; Fig. 22 eine horizontale Projection der Kurbel mit ihren Anwellen; die übrigen Figuren sind Details. Der Con-

struction dieser Anordnung ist das Princip Blatt 34, Fig. 97, zu Grunde gelegt, wobei (Fig. 20 und 21 Blatt 27) die Kolbenstange E F an ihrem oberen Ende eine Achse L L mit zwei Frictionsrädern M M trägt, welche innerhalb Leitungen O O (Coulissen) auf- und absteigend, sich um ihre Achse L L drehend, die geradlinige Bewegung der Kolbenstange erhalten, diese Bewegung aber auf die an derselben Achse L L eingehängten Treibstangen H K und durch diese auf die Kurbel A G übertragen. Die Kolbenstange E F, Fig. 21, trägt an ihrem oberen Ende E eine Zwinge oder Büchse, mit welcher sie durch einen Keil c verbunden ist, und endiget oben in eine Scheere d d, Fig. 23, zur Aufnahme der zu beiden Seiten abgeflachten Achse L L, deren beider Verbindung durch eine Schraube e hergestellt ist. Die Kolbenstange E F und die Achse L L sind stets von geschmiedetem Eisen, die Treibstange H K aber hier auf eigene Weise construirt, theils aus Schmiedeisen, theils aus Messing. Der Obertheil von H bis N, aus einem Stücke, ist Schmiedeisen; der untere Theil N K aber hier durch eine Schraube, wie aus dem Durchschnitte Fig. 24 B ersichtlich, mit der Stange verbunden, von Messing, aus zwei, die Kurbelwarzen E E, Fig. 22, umfassenden Stücken, die Anwellen bildend, welche durch Schrauben g unter einander verbunden und durch selbe zusammengezogen werden können. Die Verbindung des ganzen Stückes N K mit der Zugstange durch eine feingängige Schraube hat deßwegen sein Gutes, weil man auf diese Weise die genaue Länge der Treibstangen durch An- oder Losschrauben leicht bewerkstelligen kann; damit aber, wenn selbe einmal da ist, die Stange und die Lager N K in gehöriger fester Verbindung bleiben, so sind oberhalb N noch besondere Muttern f (Gegenmuttern) vorhanden, durch deren festes Anziehen beide die nöthige Stabilität erhalten. Bl. 27. Fig. 20 bis 27.

Aus Fig. 21, 23—27 wird die Form der Achse L L, dann die der gußeisernen Frictionsräder M M und deren, so wie der Treibstangen-Verbindung mit der Achse L L klar werden; die Treibstangen H K sind hier an ihrem obern Ende H, mit welchem sie an die Achse L L angesteckt sind, auf eine besondere Art, von den bis daher kennen gelernten Constructionen abweichend, mit messingenen Anwellen ausgefüttert. Diese Anwellen g g, Fig. 21 und 26, sind nämlich zwei conische Ringe, welche ihre größeren Basen an den äußern, einander entgegenstehenden Seiten haben, und von welchen jeder an seiner oberen Seite nach seiner ganzen Länge einen Ausschnitt l, Fig. 26, an seiner untern Seite aber eine Kerbe m hat; in diese paßt in der hohlen Oeffnung der Treibstange H, Fig. 21 B, ein stehen gelassener Kamm, der dann das Drehen der conischen Pfannen verhindert; der Ausschnitt l, Fig. 26, ist deßwegen, daß,

Bl. 27. Fig. 20 bis 27. wenn die Ringe g g sich abgenützt haben, ihr vollkommener Schluß mit der Achse wieder bewerkstelliget werden kann, was auf die höchst einfache Weise, bloß durch Nachziehen der an den Enden L L der Achse befindlichen Schrauben-Muttern n n geschieht. Aus dem Durchschnitte Fig. 21 B und Fig. 23 bemerkt man, daß die Achse L L einen größern Hals g, dann einen kleinern h, dann noch einen kleinen Ansatz k, und endlich das Gewinde für die Mutter n hat; der größere Hals g ist für die Treibstange H K, deren conisch eingesetzte ringförmige Futter g g, Fig. 21 B, noch einen kleinen Zwischenraum haben, und wovon das linke g an dem Ansatze o der Achse L L ansteht; beide Futter g g stehen mit ihrer äußeren ebenen Fläche über die gerade Fläche des conisch ausgebohrten Gehäuses vor; auf der ebenen äußeren Fläche des rechten Futters g liegt ein an dem kleineren Achsenhals h rund angesteckter stählerner Ring i an, und an diesem das mit einer cylindrischen, messingenen Büchse ausgefütterte Frictionsrad M, auf welchem dann wieder ein stählerner Ring K, Fig. 27 einzeln dargestellt, folgt, und an dem dem Gewinde n zunächst befindlichen Halse k ist, der, wie aus Fig. 27 ersichtlich, so gestaltet ist, daß er sich nicht drehen kann; auf diesem Ringe der Unterlagscheibe k liegt die Mutter n auf, welche, wenn sie nun angezogen wird, auf das Ganze drückt, wodurch die Futter g g gegen einander geschoben und vermöge ihrer conischen Form und des Ausschnittes l, Fig. 26, wieder zusammengerückt werden, bis sie wieder genau der Achse anpassen.

Die Frictionsräder M M, Fig. 20 und 21, sind, wie ihre Leitungen O O, von Gußeisen, und jene Theile a b, a b Fig. 20, auf welchen die Räder laufen, von hartem Holze; es versteht sich, daß die Leitungen, so wie sie hier vertical sind, auch horizontal angewendet werden können. Die Kurbel, Fig. 22, kann, wie schon bemerkt, als ein Muster guter Construction und schöner Form aufgestellt werden; dieselbe ist in zweifacher Hinsicht doppelt, und zwar aus dem Grunde, weil hier zwei Treibstangen vorhanden sind, während bei den Dampfmaschinen und Gebläsen &c. mit Balanciers gewöhnlich nur eine solche nothwendig ist. A A ist die auf der rechten Seite abgebrochene Welle, C C sind die Hälse, mit denen diese in den Anwellen liegt; D D sind die ersten Arme, E E die Hälse oder Warzen, an welche die Treibstangen H K gehängt sind; G H sind die anderen Arme, welche beide durch den Theil H F H, der den zweiten Hals oder die zweite Warze bildet, verbunden sind. Von den Hälsen F F trägt der eine eine excentrische Kreisscheibe zur Steuerung der Maschine, an den andern Hals F ist die Treibstange für die Luftpumpe, an I I sind die für die Warm- und Kaltwasserpumpe eingehängt.

Doppelte schmiedeiserne Kurbel. Bl. 28.

Blatt 28, Fig. 28 und 29.

Wir führen hier noch eine doppelte schmiedeiserne Kurbel auf, welche der Verfasser bei einem von ihm ausgeführten Cylinder-Gebläse angewendet hat. Dieselbe ist auf Blatt 28 Fig. 28 und 29, dann auf dem nämlichen Blatte unten links in Fig. 46 im vergrößerten Maßstabe gezeichnet und so angeordnet, daß die Warzen E und F, an welche die Treibstangen gehängt sind, unter einem Winkel von 90° stehen, wodurch, wie schon früher angeführt, das Absetzen in der Bewegung vermieden wird, was besonders bei Gebläsen, welche mit keinem Regulator versehen sind, und bei welchen man dennoch einen möglichst ununterbrochenen Luftstrom wünscht, nothwendig ist. Fig. 28 und 29. Fig. 46.

A A A Fig. 28 und 29 ist der Hauptkörper der Welle, C C sind die beiden Zapfen, mit welchen die Kurbel in den festen Anwellen gelagert ist; B D, G H bilden den einen Kurbelarm der Warze E; K I, L M den anderen der Warze F; an dem viereckigen Ende A rechter Hand Fig. 28 ist ein Zahnrad aufgesteckt, in welches ein anderes, an der Wasserradwelle befindliches Rad eingreift, wodurch die Kurbel die Kreisbewegung erhält. Die ganze Kurbel ist aus einem Stücke geschmiedet.

§. 167.

Dreifache Kurbeln.

Fig. 30 — 38.

Fig. 30—36 ist eine schmiedeiserne **dreifache Kurbel** dargestellt, wie selbe hier in München bei Wasserdruckwerken noch im Gebrauche sind. Die ganze Anordnung ist hiebei so getroffen, daß ein schmiedeiserner zwei- oder vierflügeliger Blattzapfen, der mit seinem Halse B Fig. 30 und 31 in festen geschlossenen Lagern geht, das Krückenstück H H einer Klauenkuppelung trägt, dessen Kreuz J J mit der Kurbel, deren Hauptkörper A A ist, aus einem einzigen Stück besteht; C C sind Hälse, mit welchen die Kurbel in geschlossenen, festen Zapfenlagern geht; E F und G sind die Warzen, an welchen die Kolbenstangen gehängt sind, und so vertheilt, daß die sie tragenden Arme zu Par und Par unter einem Winkel von 120° stehen, wie aus Fig 32 am besten zu ersehen ist. — Da aus den sieben Projectionen diese Anordnung einer dreifachen Kurbel deutlich genug zu ersehen ist, so halten wir eine weitere Beschreibung überflüssig, und bemerken nur noch, daß man in neuerer Zeit dreifache Kurbeln aus Schmiedeisen und aus einem einzigen Stücke selten mehr Fig. 30 und 31. Fig. 32.

Bl. 28. Fig. 36. macht; wenn es geschieht, so wird das Krücken- oder Klauenstück II II nicht mehr aus einem Stücke mit dem Blattzapfen oder einer eisernen Welle, deßgleichen das Kreuzstück I I nicht aus einem Stücke mit der Kurbel gemacht, sondern diese Theile werden immer eigens aufgesteckt, und da diese meist zuerst einem Bruche ausgesetzt sind, so muß man immer von jedem wenigstens ein Stück vorräthig halten, eine Vorsicht, welche bei größeren Werken, und besonders da, wo der plötzliche Stillstand, herbeigeführt durch das Brechen einer Kurbel, nachtheilige Folge haben könnte, wie dieses besonders bei Hochöfen-Gebläsen der Fall seyn kann, selbst auf das Vorräthighalten einer Kurbel ausgedehnt werden soll.

Fig. 37 und 38. Fig. 37 und 38 haben wir eine dreifache Kurbel eines Saug- und Druckwerkes dargestellt, welche aus drei Stücken A B D G H, dann J K M N und O P R S zusammengesetzt ist; von diesen drei Stücken trägt jedes eine angegossene Scheibe H I und N O, deren eine immer einen genau gedrehten cylindrischen Kern hat, welcher in eine entsprechende Vertiefung der anderen Scheibe paßt; vier gut gedrehte, feingängige Schrauben bilden die weitere Verbindung und Befestigung von Par und Par der drei Stücke, aus welchen die Kurbel besteht. D G, K M und P R sind die unter 120° zu einander stehenden Warzen, an welchen die Kolbenstangen hängen; C C sind die cylindrischen Hälse, mit welchen die Kurbel in dem von einem schöngeformten gußeisernen Gestelle T T getragenen Anwellen gelagert ist. E L Q sind die Kolbenstangen 1, 2 und 3.

Kurbel-Scheiben.

§. 168.

Fig. 39 — 41.

Statt der einfachen Kurbeln bedient man sich gerne, besonders wenn sie von großem Umfang und also auch gewichtig werden, und durch ihren einzelnen Arm eine sogenannte Ueberschwere verursachen, ganzer Räder (Kurbel-Räder oder Kurbel-Scheiben genannt), oder man gibt dem einzelnen Kurbel-Arm noch eine ganz gleiche Verlängerung gegen die andere Seite, und versieht diesen Theil mit einem Loche zur Aufnahme der Warze, im Falle der erste Arm, was öfters geschieht, brechen sollte; solch' eine zweiarmige Kurbel, so wie die Kurbel-Scheiben werden nie aus einem Stück mit den Achsen oder deren Zapfen gemacht, sondern immer eigens auf diese gesteckt; beide bestehen aus flachen durch Rippen verstärkten Platten aus Gußeisen. Im größeren Verhältnisse sind die Scheiben durchbrochen und mit Speichen oder Armen ähnlichen Zahnrädern, und mit 2, 3 auch 4 Löchern zur Aufnahme der Warzen versehen, im Falle eines oder

das andere der Löcher ausbrechen sollte; diese Löcher sind dann öfters Bl. 28.
auch in verschiedenen Entfernungen vom Centrum der Scheibe angebracht, damit durch Versetzen der Kurbel-Warze ein größerer oder geringerer Hub erzielt werden kann, was bei manchen Maschinen, besonders bei in Bergbauten angewendeten Pumpen oft nothwendig ist. Fig. 39 — 41 Fig. 39 bis 41.
haben wir solch' eine Kurbelscheibe dargestellt, welche in **A B C D** und **E** fünf quadratische Löcher hat, von welchen **A** zum Aufkeilen auf die Welle oder einen Zapfen, die anderen vier in verschiedenen Entfernungen vom Mittelpunkt angebrachten Löcher aber zur Aufnahme der Kurbel-Warze dienen. Hinsichtlich der Verbindung und Befestigung der Scheibe mit der Hauptwelle oder dem Zapfen, so wie der Warzen mit der Scheibe gilt, was wir im §. 161 mit Hinweisung auf die Fig. 1 — 8 Blatt 27 angeführt haben. Diese Kurbel-Scheiben mit veränderlichem Hub nannte man sonst auch Tempo-Scheiben.

Balanciers.

§. 169.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Balancier, Wag- oder Schaukelbaum, Wagbalken, Zug- und Druckhebel, oder Hebelplatt kurzweg, heißt jede mechanische Vorrichtung, welche, einem Wagbalken ähnlich, mit einer Achse versehen und mittelst dieser so gelagert ist, daß sie sich kreisförmig rotirend wiederkehrend bewegen kann. Der Zweck eines Balancier kann ein zweifacher seyn, nämlich erstens entweder es dient derselbe zur Verwandlung einer geradlinig wiederkehrenden Bewegung in eine kreisförmig fortgehende, oder zur Uebertragung und Verwandlung einer rotirend fortgehenden Bewegung in eine geradlinig wiederkehrende; oder zweitens es dient ein Balancier, an dem einen Ende mit einem bestimmetn Gewicht beschwert, zur Ausgleichung der Größe eines Widerstandes oder zur Unterstützung einer angewandten Kraft.

Bei der ersten Art der Anwendung heißt die Vorrichtung Balancier vorzugsweise, und wird gebraucht bei Dampfmaschinen, Pumpen, Gebläsen &c.; bei der zweiten Art Gewicht- oder Gegengewicht-Balancier. Letztere werden angewendet bei Wassersäulen-Maschinen, auch Gebläsen und Pumpen &c. In Bezug auf die Ausführung hat man mechanische und hydraulische Balanciers; erstere sind die am häufigsten angewendeten, und zwar sowohl als Balanciers im eigentlichen Sinne, als auch als Gegengewicht-Balanciers, und sind für sich bestehende Theile aus einem einzigen Stücke Holz oder mehreren unter sich gehörig verbundenen

Bl. 28. solcher Holzstücke mit Achsen von Eisen und solchen Beschlägen, oder dieselben sind aus schmied-, meist aber aus gußeisernen Wagbalken ähnlich aus einer einzigen Platte bestehende, oder aus zwei solchen durchbrochenen oder ganzen, und mit angegossenen Rippen versehenen Platte zusammengesetzt.

Früher hatte man durchgehends hölzerne Balanciers; allein da dieselben nicht selten in feuchten Localen sind, wie bei den Gebläsen der Hochöfen und den Wasserdruckwerken ꝛc., welche Tag und Nacht in beständigem Gange seyn müssen, wodurch das Holz oft vorzeitiger Zerstörung durch Verstocken ausgesetzt ist, wobei in Folge des unausbleiblichen Schwindens des Holzes die Eisentheile oft lose geworden sind, woraus ein fortwährendes Geknarze entstand; in warmen Localitäten werden dieselben aufgerissen und verzogen, und man hat zur Vermeidung dieser Uebelstände, zunächst bei Dampfmaschinen, eiserne Balanciers genommen, und wendet diese da wie bei Pumpen und Gebläsen jetzt mehrfach an; jedoch werden auch noch allenthalben hölzerne Balanciers gebraucht.

Hydraulische Balanciers, von welchen wir am Schlusse dieser Abtheilung ein Beispiel aufführen werden, dienen nie zur Uebertragung oder Verwandlung einer Bewegung, sondern bloß zur Unterstützung der angewandten Kraft, sie sind Gegengewicht-Balanciers.

Mechanische Balanciers.

Man unterscheidet bei den mechanischen Balanciers einarmige und zweiarmige, und bei diesen gleicharmige, ungleicharmige und gebrochene oder Winkelhebel.

Bei jedem Balancier können besonders berücksichtiget werden:

a) der Balancier selbst,

b) die Vorrichtung, durch welche eine Bewegung auf denselben übergetragen wird, und

c) diejenige Vorrichtung, mittelst welcher die rotirend wiederkehrende Bewegung des Balancier in rotirend continuirliche, oder in geradlinig wiederkehrende verwandelt wird.

Der Balancier selbst besteht in allen Fällen aus dem Hauptkörper, aus dem Kopfe und aus dem Schweife.

Der Hauptkörper ist seiner Masse nach der größere Theil, und entweder nur ein einziger Balken von gewachsenem Holze, Guß- oder Schmiedeisen, oder er ist aus zwei und mehreren Hölzern oder Platten von Eisen zusammengesetzt; derselbe ist der Träger der Achse, welche, mit Rücksicht auf seine Länge, bei den gleicharmigen auf deren Mitte ist und mit ihm in fester Verbindung steht.

Der Kopf und der Schweif sind die Enden des Balancier, und sie unterscheiden sich nur darin, daß am Kopfe gewöhnlich jene Vorrichtungen angebracht sind, durch welche die geradlinige Bewegung eines Maschinentheiles erzielt und auf den Balancier übertragen wird, während vom Schweife aus die kreisförmig wiederkehrende Bewegung des Balancier weiter fortgeflanzt wird.

Diese beiden Vorrichtungen sind sehr einfach und bestehen aus Stangen von gewachsenem Holze, welche in größerem Verhältnisse auch zu Balken von Mannesdicke werden, und solider ausgeführt aus Guß- und Schmiedeisen und Messing-Fütterungen, in die Balanciers eingegliedert, oder mit an deren Enden befindlichen besonderen Achsen verbunden sind, und sie heißen im allgemeinen, wie schon angeführt, Stelzen-, Schub-, Treib-, Zug-, oder Bläuelstangen, und es ist die am Kopfe befindliche die Kolbenstange, die am Schweif die eigentliche Zug- oder Triebstange, auch Stelze genannt, und meist mit einer Kurbel in Verbindung.

Oefters sind aber diese Vorrichtungen, besonders die am Kopfe sich befindende, Kreissectoren mit Ketten, Zahnsectoren und Hebelverbindungen von mehr oder weniger complicirter Anordnung.

Maße und Verhältnisse der Balanciers.

Den ersten Anhaltspunkt für die Abmessungen jedes Balancier bildet der Hub; nach diesem richtet sich zunächst die Länge, welche so genommen werden soll, daß der Winkel, welchen die durch die Mitte der Länge nach gezogene Linie in der höchsten und tiefsten Stelle des Balancier bildet, nicht zu groß wird; 40⁰ mögen das Maximum dieses Winkels seyn, welches zu überschreiten nur in sehr wenigen Fällen als gerechtfertigt erscheint, und unter welchem man immer besser thut zu bleiben. Hienach mag als ein für die Praxis passendes Verhältniß seyn, die Balancier-Halbmesser gleich der doppelten Hublänge zu machen, wobei der Winkel nur 29⁰ beträgt. Häufig jedoch, besonders bei Dampfmaschinen, nimmt man den Radius für den Balancier $1\frac{2}{3}$ und selbst nur $1\frac{1}{2}$ Hublänge, wobei der Winkel 40⁰ wird. Ist die Länge eines Balancier festgesetzt, so wird man aus der durch Erfahrungen bestimmten Widerstandsfähigkeit des Materials, aus welchem ein solcher gemacht werden soll, die übrigen Dimensionen berechnen. Am häufigsten werden Balanciers aus Holz und Gußeisen ausgeführt, und man wählt für die ersteren größtentheils Eichenholz, für untergeordnete weniger belastete Föhren- und selbst Fichten- und Tannenholz, und nimmt entweder nur einen einzigen Balken oder 2—3 aufeinander, welche durch Schrauben vollkommen fest miteinander verbunden werden müssen. Als

Bl. 55. passendes Verhältniß zwischen Dicke und Höhe kann man das für Balken im allgemeinen gebrauchte, nämlich 5 zu 7 wählen.

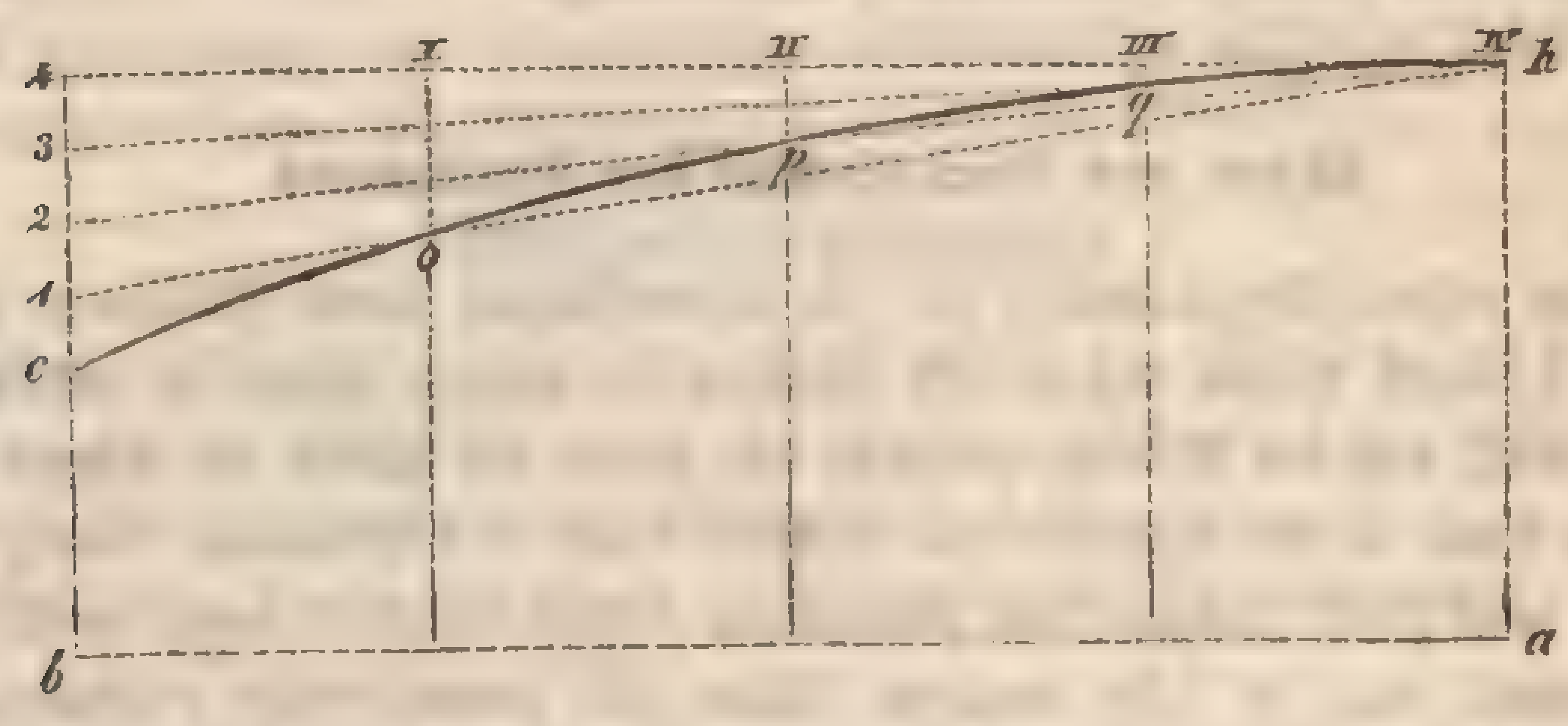
Gußeiserne Balanciers erhalten den doppelt Tförmigen Querschnitt in der Mitte mit der 12fachen Dicke des Balancier-Körpers.

Die durch angesetzte Rippen vergrößerte obere und untere Dicke beträgt $1^1/_4$ der Höhe (Breite) des Balancier oder die dreifache Dicke; die Dicke der Rippen ist gleich der des Balancier. Der Zweck dieser Rippen ist Seitenbiegungen zu verhindern.

Die obere und untere Längenbegränzung soll parabelisch seyn, allein man begnügt sich öfters mit einer kreisbogenförmigen Begränzung in der Art, daß man am Kopfe und Schweife zur Breite oder Höhe $1/_3$ von der mittleren Breite nimmt, und führt durch die so erhaltenen drei Punkte oben und unten Kreisbögen.

Einzelne Punkte wie o, p, q für die parabolische Begränzung, werden erhalten:

Man trägt die Länge und die Höhe in der Mitte bei h und am Kopfe bei c auf, zieht vom obersten, mittleren Punkt h eine Parallele



h 4 mit der Längenachse a b des Balancier, theilt diese, so wie die Differenz c 4 der halben Breite am Kopfe in eine und dieselbe Anzahl gleicher Theile I, II, III, IV und 1, 2, 3, 4, zieht vom ersten I, II rc. Senkrechte auf die Längenachse a b, und von letzter Geraden nach h als dem Scheitel der Parabel; wo sich gleichbezeichnete schneiden, sind Punkte o, p, q, deren Vereinigung mit einem Schwungstab die eine Hälfte der Parabel geben.

Da durch die Löcher für die Achsen auch noch eine Verschwächung entsteht, so gibt man, um diese auszugleichen, dem Balancier auch noch in der Mitte, auf beiden Seiten, Rippen von gleichen Dimensionen wie die obern und untern. Das Durchbrechen des Balancier wollen die meisten Maschinenbauer gar nicht gestatten; indem durch ein ungleiches Abkühlen Spannungen entstehen, welche die Festigkeit gefährden.

§. 170.

Verbindung eines Balancier mit Watt'schem Parallelogramm, Treibstange und Kurbel. Bl. 28.

Fig. 42—49.

Diese Verbindung, vom Verfasser construirt und bei einem von ihm ausgeführten Cylinder-Gebläse mit zwei hölzernen Kreiscylindern angewendet, hier aufzunehmen, lag nicht im ursprünglichen Plane dieses Werkes, sondern es war das nächstfolgende Blatt 29 allein für die Verbindung eines Balancier mit Watt'schem Parallelogramm, Kurbel und Treibstange bestimmt, und das Blatt 29 lange schon gestochen, ehe noch die Originale zu den früheren Platten zusammengestellt und gezeichnet waren. Da es jedoch, ohne der Deutlichkeit zu schaden, durch das Zusammendrängen des Materials möglich wurde, den nöthigen Platz auf Blatt 28 für obige Verbindungen zu gewinnen, so wurde selbe hier noch aufgenommen; da aber ferner die auf Blatt 29 befindlichen Verbindungen sowohl in constructiver als in formeller Hinsicht als Muster aufgestellt werden müssen, sich übrigens von der auf Blatt 28 nur darin unterscheiden, daß diese, ihrem Zwecke entsprechend, noch einfacher und daher auch wohlfeiler sind, so haben wir die auf Blatt 29 befindlichen mehr detaillirt beschrieben, gleiche Theile des Blattes 28 aber mit gleichen Buchstaben bezeichnet, wodurch unnütze Wiederholungen im Texte erspart werden, wobei wir aber voraussetzen müssen, daß der Leser Blatt 29 zuerst, und erst hierauf Blatt 28 nimmt.

Diese Verbindung, in Fig. 42—49 Blatt 28 dargestellt, besteht aus der Fig. 42. in Fig. 28 und 29, dann Fig. 46 im größeren Maßstabe gezeichneten doppelten Kurbel aus Schmiedeisen, mit schmiedeiserner Treibstange, Fig. 45 und 46 besonders gezeichnet; ferner den beiden Balanciers, wovon jedoch nur einer, und zwar in Fig. 42, 43, 44, dann 47 und 49, dargestellt Fig. 43. ist, und endlich aus dem aus schmiedeisernen Schienen Fig. 42, 44, 47 Fig. 44 bis 49. und 48 bestehenden Parallelogramm mit dem oberen Theil einer Kolbenstange. Von den beiden Balanciers **A A** ist jeder in einer besonderen gußeisernen Docke **Z** mit messingenen Anwellen gelagert, welche Docken auf einem Architrav von gut ausgetrocknetem Eichenholz aufgeschraubt sind. Dieser Architrav liegt mit seinen beiden Enden auf festen Unterlagen und wird in der Mitte von einer dorischen Säule getragen. Eine vollständige Zeichnung einer der Docken findet man auf Blatt 8 Fig. 36. Ein charakteristischer Unterschied des Balancier Blatt 29 und des auf Blatt 28 ist der, daß dieser mit 4 Oeffnungen v, v und w, w versehen

Bl. 28. Fig. 42 bis 49. (durchbrochen) ist, während jener eine ganze, nur durch Rippen verstärkte Platte bildet. Das Parallelogramm ist, wie auf Blatt 29, für jeden Balancier doppelt, jedoch gegen das auf Blatt 29 wesentlich vereinfacht und besteht nur aus schmiedeisernen Schienen, welche aber an den Stellen **D E I H** und **M**, wo Bewegung stattfindet, angestählt und gehärtet sind, was auch bei den Drehachsen der Fall ist. Alles Uebrige wird aus den detaillirten Zeichnungen klar werden.

§. 171.

Bl. 29. **Gußeiserner Balancier einer Dampfmaschine mit Watt'schem Parallelogramm, Treibstange und Kurbel.**

Blatt 29, Fig. 50—73.

Als Muster einer vorzüglichen Construction für einen gußeisernen Balancier mit Watt'schem Parallelogramm und einer Treibstange kann der auf Blatt 34 Fig. 50—73 dargestellte Balancier einer Dampfmaschine aufgestellt werden, dessen Erklärung wir jetzt vornehmen wollen. **A** Fig. Fig. 50 bis 54. 50 — 54 ist der hier nicht durchbrochene, aber durch auf beiden flachen Seiten sowohl außen, als in der Mitte angesetzte Rippen gehörig verstärkte Balancier, dessen Drehachse **C** durch vier Schlußkeile mit ihm verbunden ist. a ist die Stange des Dampfcylinder-Kolbens, deren hin- und hergehende Bewegung in senkrechter Richtung und in einer geraden Linie, oder doch möglichst wenig von dieser abweichend, durch das Parallelogramm **D E I H** Fig. 50 vermittelt, auf den Balancier **A** übergetragen und durch diesen in eine kreisförmig fortgehend wiederkehrende Bewegung verwandelt, welche endlich durch die am anderen Ende des Ba- Fig. 56. lancier befindliche Treibstange b b einer Kurbel, von welcher jedoch nur die Warze c in Fig. 56 punktirt ist, und ein auf der Kurbelachse aufgezogenes Schwungrad in eine kreisförmig fortgehende Bewegung verwandelt wird. Diese ganze Vorrichtung besteht sonach aus drei Haupttheilen, nämlich

1) dem Parallelogramm **D E I H**,
2) dem Balancier **A** und
3) der Bläuel- oder Treibstange b.

Fig. 50. Das Parallelogramm ist hier doppelt und so angeordnet, daß dessen längere Seiten **D H** und **E I** gleich der Hälfte **D C** des Balancier sind, wo dann der Mittelpunkt **E** für die Achsen der Lenker **N** in die Achse der Kolbenstange a, oder, was gleich ist, in der Richtungslinie der Bewegung fällt, welche wieder den Sinus versus des größten Ausschweifungswinkels von **D C** halbirt. Man sehe hierüber

in der Abtheilung „Verwandlung der Bewegungen“ Watts Parallelo- Bl 29.
gramm.

Das Parallelogramm hat folgende Haupttheile: Fig 50 bis 73.

I. Zwei äußere Bänder oder Hängeisen BB, welche an einer mit dem Balancier A verbundenen Achse DD hängen;

II. Zwei innere Bänder oder Hängeisen GG, welche, wie die ersten, eine mit dem Balancier A verbundene Achse HH, und außer dieser eine, auf ihrer Mitte zwischen H und I befindliche andere Achse KK haben, an welcher mittelst der T förmigen Büchse L die Kolbenstange d der Luftpumpe angehängt ist.

III. Eine Achse EE, welche die Bänder B mit einander verbindet, und in gleicher Weite von einander entfernt erhält, mit welcher außerdem aber noch die Kolbenstange a des Dampf-Cylinders mittelst der Tförmigen Büchse F verbunden ist.

IV. Die Parallelstangen JJ, welche von der unter Nr. III so eben aufgeführten Achse EE, an dieser beweglich, ausgehen, mit den Bändern BB und den Bändern GG durch

V. die Achse II, mit welcher sie durch Schrauben fest verbunden sind, und welche Achse II die Bänder GG unter einander verbindet, das bewegliche Parallelogramm DEIH bilden, dessen letzte Bestandtheile

VI. die Lenker oder Lenkstangen NN sind, welche von der Achse II, an dieser beweglich, ausgehen und ihre festen Drehachsen in OO haben, die in Hänglagern MM durch Schrauben befestiget sind.

Wir wollen nun diese Theile der Reihe nach einzeln durchgehen.

Nr. I. Die äußern Bänder oder Hängeisen BB Fig. 50 und 52.

Jedes derselben besteht wieder aus 6 Theilen, welche, um sie gehörig zu verstehen, wir in Fig. 58—62 noch besonders dargestellt haben, und welche sind

1) der Zaum oder das eigentliche Band Q, in Fig. 60 einzeln gezeichnet, von Schmiedeisen, welches die übrigen Theile umfaßt, wie aus Fig. 50 und 52, dann in Fig. 58 als einem Durchschnitte in der Mitte des ganzen Bandes nach der Richtung DE ersichtlich ist. Innerhalb der beiden langen Schenkel des Zaumes Q ist ein gußeisernes Mittel- oder Zwischenstück m genau eingepaßt, und in Fig. 59 einzeln dargestellt, zwischen dessen oberem Ende und dem in Hufeisenform gebogenen Zaume 2) die messingnen Anwellen für die Achse DD, dann am unteren Ende des Mittelstückes m 3) die Anwellen für die Achse EE liegen. In Fig. 61 ist eines der Anwellen für die Achse D, in Fig. 62 ein solches der Achse E besonders dargestellt, woraus, und aus dem Durchschnitte Fig. 58 ihre Ver-

Bl. 29. Fig. 50 bis 73. bindung mit dem Zaume und dem Mittelstücke m ersichtlich ist. Unter der unteren Anwelle der Achse E befindet sich noch 4) ein kleines Zwischenstück n aus Guß- oder Schmiedeisen, welches 5) auf einem Treibkeile c Fig. 58, 50 und 52 aufliegt, welcher Treibkeil c wieder auf 6) einen Gegenkeil oder Schließe i, welche an ihren Enden rechtwinkelig abgekröpft ist, aufliegt, damit, wenn der Treibkeil c zum Behufe des Zusammentreibens der Anwellen D und E angezogen wird, die Schenkel des Zaumes nicht auseinander gehen können. In Fig. 58 bemerkt man die nothwendigen Schmierlöcher der untern Anwelle E seitwärts, und der obern D von der Mitte senkrecht abwärts gehend.

Die Achse D D, durch welche die Bänder B B mit dem Balancier verbunden sind, ist durch Fig. 50, 52 und besonders Fig. 51 hinlänglich bestimmt.

Nr. II. Die inneren Bänder oder Hängeisen G G Fig. 50 und 53, dann Fig. 65, 66 und 67 einzeln dargestellt.

Jedes dieser Bänder besteht aus folgenden Theilen:

1) Aus dem Zaume oder dem eigentlichen Bande G aus Schmiedeisen von bügelförmiger Gestalt in Fig. 66 allein dargestellt; Fig. 65 ist ein Durchschnitt durch die Mitte des Bandes in der Richtung H I, Fig. 50 aber in ganzer Zusammensetzung. Innerhalb des Bügels an seinem halbkreisförmigen oberen Ende sind 2) gespaltene messingene Anwellen für die Achse H H und eben solche 3) gespaltene Anwellen für die Achse K K am untern Bügelende; zwischen beiden sind als vierter und fünfter Theil des ganzen Bandes zwei, an ihren Enden halbmondförmig gestaltete Zwischenstücke n und l, in Fig. 67 einzeln dargestellt, welche mittelst 6) des einen Keiles o auseinander, und so die beiden Anwellen der Achsen H und K zusammengetrieben werden können. Der unterste Theil I des Bandes G, mit welchem dasselbe an der Achse I I geht, ist entweder eingesetzt oder angestählt, und gut gehärtet. Die Schmierlöcher für I und K Fig. 65 sind von der Seite schräg, das für H aber senkrecht in den Zaum und das obere Anwell eingebohrt.

An der Achse K K, in Fig. 68 einzeln gezeichnet, ist, wie schon angeführt, die Kolbenstange d für die Luftpumpe eingehängt, und zwar auf ähnliche Weise wie die Dampfkolbenstange, durch die Tförmige Büchse L mit Keil und Gegenkeil p und q Fig. 50 und 53 mit der Achse K K fest verbunden.

Nr. III. Die Achse E E, Fig. 50, 52 und 55, dann Fig. 63 noch einzeln dargestellt. Dieselbe ist, sowie alle anderen Achsen, aus Schmiedeisen, und dient, wie schon angeführt, einerseits zur Verbindung der äußeren Bänder B B, anderseits trägt sie die Tförmige Büchse F, durch welche

die Kolbenstange a mittelst eines Trieb- und Gegenkeiles h und k Fig. 50, Bl. 29. Fi'. 50 bis 75.
52, 55 und 57 mit ihr fest verbunden ist. Diese Verbindung ist aus Fig. 57 und 63 ersichtlich, wo in Fig. 57 links die Büchse F allein, rechts aber die Büchse F mit der Kolbenstange a im Durchschnitt dargestellt ist, und woraus ersichtlich, daß die Kolbenstange a mit ihrem Ende, an diesem ein kleines Zäpfchen tragend, in die Achse EE eingesetzt ist, wodurch das Drehen der Hülse F um jene verhindert wird.

Nr. IV. Die Parallelstangen JJ Fig. 50, hier aber größtentheils verdeckt; jedoch in Fig. 52, 53, 55 und eine derselben in Fig. 64 einzeln dargestellt. Die Parallelstangen JJ, deren Form besonders aus Fig. 55 und 64 ersichtlich ist, sind von Schmiedeisen, bilden die zweite lange Seite des Parallelogramms, und sind mit ihrem einen äußeren Ende mit der Achse EE verbunden, zu welchem Behufe jede an ihrem einen äußeren Ende mit gespaltenen messingnen Anwellen versehen ist, welche durch einen Keil r Fig. 55 und 64 zusammengetrieben werden können; das andere Ende ist mit einem kleinen Ansatze und einer angeschnittenen Schraube mit Mutter versehen, durch welche dieselbe, wie aus Fig. 55 und 64 ersichtlich, mit der Achse II in fester Verbindung stehen.

Nro. V. Die Achse II Fig. 50, 53, 55 und 69, in letzterer Figur einzeln dargestellt. Dieselbe ist von Schmiedeisen, in der Mitte Fig. 55 bügelförmig gestaltet oder mit einem Schlitze versehen, innerhalb dessen die Kolbenachse d für die Luftpumpe frei durchgehen kann. Zunächst dem Bügel sind die Parallelstangen JJ, wie schon angeführt, fest mit der Achse II verbunden, wo dann außerhalb dieser auf beiden Seiten die Achse, wie aus Fig. 55 und 69 ersichtlich, zur Aufnahme der inneren Bänder GG cylindrisch gedreht ist. Zunächst den Bändern GG sind cylindrische messingene Hülsen QQ Fig. 53, 55 und 69, angesteckt, deren Zweck ist, die Lenker NN in gehöriger Entfernung von den Bändern GG zu halten.

Nr. VI. Die Lenker oder Lenkstangen NN Fig. 50, 52, 53 und 55. Dieselben sind gleichfalls aus Schmiedeisen, und an ihren beiden Enden mit gespaltenen messingnen Anwellen, welche durch Keile zusammengezogen werden können, versehen, und einerseits an den Enden der Achse II, zunächst der Büchsen QQ, an diese anliegend, an ihren andern Enden aber auf die in den gußeisernen Hänglagern MM Fig. 52 festgeschraubten Achsen OO aufgesteckt.

Der Balancier A Fig. 50 — 54 ist von Gußeisen, ganz symmetrisch, nur mit dem Unterschiede, daß auf der rechten, in der Zeichnung abgebrochenen Seite kein Parallelogramm vorhanden ist, die Verstärkungen

Bl. 29. Fig. 50 bis 73. durch Rippen und Rosetten aber wie auf der andern Seite bei D und H vorhanden sind, wo dann an einer der Achse H entgegenstehenden und meist wie H gleichweit von C entfernten Achse die Kolbenstange der Kaltwasserpumpe eingehängt wird. Die äußeren Seiten-Begränzungen des Balancier werden, wie aus Fig. 50 ersichtlich, nicht nach geraden Linien, sondern nach einer Parabel ausgeführt, für welche man einzelne Punkte erhält, indem man den Unterschied der halben Breite am Ende D des Balancier im Vergleiche der in der Mitte C in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2 — 8 und ebenso die halbe Balancier-Länge 8, VIII in die gleiche Anzahl Theile I, II, III — VIII eintheilt, von diesen letzten Theilpunkten Senkrechte nach abwärts fällt, bis zu den, aus den ersten Theilpunkten 1, 2, 3—8 nach VIII gezogenen, gleich bezeichneten Geraden. Man verbindet die so erhaltenen Punkte mit einem Schwungstabe (krummen Lineale), wodurch man die parabolische Begränzung des Balancier erhält.*)

Die Bläuel- oder Treibstange b b, wovon wir in Fig. 56 eine zweite verticale Projection dargestellt haben, ist am anderen Ende des Balancier an einer gleichen Achse S, wie DD, eingehängt, und besteht aus einem gußeisernen Hauptkörper, dessen mittlerer, zwischen den ringsumlaufenden Gesimsen f und g, längerer Theil, eine Umdrehungsfläche von parabolischen Seitenbegränzungen ist, welch letztere wie die des Balancier construirt werden, und welcher mittlere Theil fg 4 Cannelirungen hat, wie aus dem wagrechten Durchschnitte Fig. 71 ersichtlich ist, auf deren jedem der vier Stege theils zur Verzierung, theils zur Verstärkung rundstabförmige Rippen angesetzt sind; ober dem Gesimse f läuft der Hauptkörper in einen Cylinder aus und endiget in zwei Zweige r und s, mit deren jedem durch einen schmiedeisernen Zaum, in Fig. 70 einzeln dargestellt, und einen Keil und Gegenkeil, die gespaltenen messingnen Anwellen für die Achse S verbunden sind.

Unter dem Gesimse g ist der Hauptkörper der Treibstange in Kegelform mit einem Auslaufe fortgesetzt, und endiget in einen flachen von den Seiten durch Ebenen und unten durch einen halbkreisförmigen Cylinder begränzten Theil, von bügelförmiger Form, zum Aufnehmen der gespaltenen messingnen Anwellen, von welchen das untere in Fig. 73, das obere in Fig. 72, herausgenommen gedacht, eigens dargestellt ist. Auf dem oberen

*) Bemerkung: In Fig. 50 sind die Seiten-Begränzungen aber keine Parabeln, sondern Kreisstücke, indem die von 1, 2, 3 — 8 gezogenen Geraden parallel sind mit der Längenachse D C des Balancier.

Anwell liegt ein Zwischenstück t u und auf diesem, und etwas in ihn Bl. 29.
eingeschlitzt, der Treibkeil, mittelst dessen die Anwellen zusammengezogen werden können.

§. 172.

Eine andere Construction eines Balancier, resp. seiner Enden und der Achse zum Anhängen der Treibstange, oder dem äußeren Hängeisen des Parallelogrammes.

Bei allen Maschinen, bei welchen ein Balancier nothwendig ist, bedingt schon dessen Schwere eine solche Anordnung, daß seine Bewegungs-Ebene wo möglich eine verticale ist; diese Bedingung findet besonders bei allen Maschinen statt, wo Kolben in Cylindern geradlinig hin- und herbewegt werden müssen, wie bei Pumpen, Gebläsen und Dampfmaschinen, wo in den meisten Fällen die Cylinder senkrecht stehend am zweckmäßigsten angeordnet werden. Bei den Dampfmaschinen, welche mit Balanciers und Schwungrädern versehen sind, bedingt, außer den angeführten, noch die horizontale Lage der Schwungradachse, als die zweckmäßigste, die Bewegungsebene des Balancier als eine verticale. Sämmtliche Körperachsen der Kolbenstangen a, d ꝛc., Fig. 50, sowie die der Treibstange b müssen in derselben Bewegungsebene mit dem Balancier A liegen, unter welchen Umständen sowohl die Hauptachse C des Balancier, als die äußere und innere Achse D und H für die Bänder des Parallelogrammes, sowie die hintere S für die Treibstange und alle im Balancier noch vorkommenden Achsen perpendiculär auf der Bewegungsebene des Balancier seyn und eine wagrechte Lage haben müssen. Diese sämmtlichen Achsen sind gewöhnlich, wie bei der im vorigen §. angeführten Construction, fest mit dem Balancier verbunden, was ganz in der Ordnung ist, wobei aber die Schwierigkeit, sie alle senkrecht auf die Bewegungsebene des Balancier zu bringen, mit der Anzahl der Achsen wächst. Unter den sämmtlichen Achsen sind es die an den Enden des Balancier D und S, welche am meisten auszuhalten haben, und von denen besonders die Achse S, an welcher die Bläuelstange b b eingehängt ist, bei ihrer festen Verbindung mit dem Balancier Veranlassung zu größerer Reibung geben kann; letzteres tritt besonders dann ein, wenn durch ungleiches Setzen oder Umlaufen der Schwungradachse in ihren Anwellen die Treibstange b b nicht mehr in gleicher Ebene mit dem Balancier schwingt. Wie man den Folgen hievon durch Kugelgelenke vorbeugt, haben wir schon bei Kurbeln angeführt, und werden später wieder darauf zurückkommen; zunächst wollen wir eine Construction der Achse S beschreiben, welche, wenn obiger Uebelstand eintritt, sich mit geringer Reibung um den Balancier drehen kann.

Bl. 29. Fig. 74 bis 78. Fig. 74 — 78 sind die Figuren, auf welche wir uns in der nachfolgenden Beschreibung beziehen werden. Fig. 74 und 76 sind verticale, Fig. 75 ist horizontale Projection eines der Enden eines gußeisernen Balancier, welches, wie aus Fig. 76 ersichtlich, in zwei Absätzen c d und d e, genau cylindrisch abgedreht ist, die Achse S, in Verbindung, und aus einem Stücke mit einer genau auf den Cylinder d e passenden Hülse E, in Fig. 77 einzeln dargestellt und durch einen auf c d passenden Ring F, in Fig. 78 gleichfalls einzeln projicirt, der seinerseits durch einen Stift f g mit dem Balancier verbunden ist, gehalten. Die Achse S mit ihrer Hülse E kann aus Stahl oder Schmiedeisen, der Ring F aus Gußeisen oder Messing, der Stift f g aus Stahl gemacht werden.

§. 173.

Construction der für den im vorigen §. beschriebenen Balancier gehörigen Treibstange nebst Kurbel.

Fig. 79—91.

Fig. 79 bis 91. Diese Treibstange b b, in Fig. 79 mit ihrer Kurbel B, in einer ersten verticalen ꝛc., dann in Fig. 80 in einer zweiten verticalen, die Kurbel in Fig. 81 ebenfalls in einer solchen, dann in Fig. 82 in einem Durchschnitte dargestellt, gehört für den im vorigen §. beschriebenen Balancier A, dessen Enden in Fig. 79 punktirt, aber gleich mit jenen bezeichnet sind, kann übrigens auch eben so gut für den im §. 171 beschriebenen, als einen anderen Balancier gebraucht werden.

Fig. 83 — 91 sind Details der Treibstange, in doppelt so großem Maßstabe dargestellt als Fig. 79 — 82, aber mit gleichen Buchstaben bezeichnet, wie jene. Der Hauptkörper b b ist aus Gußeisen, zwischen den beiden Gesimsen f und g cannelirt, durch Rippen verstärkt und von parabolischer Form, wie die zuerst beschriebene Treibstange. Der Obertheil, von f angefangen, endiget in ein kurzes cylindrisches Stück b, von welchem in einem Anlaufe zwei Arme r s ausgehen (Fig. 87 ist ein Durchschnitt solch eines Armes mit der Ebene P Fig. 84), an welche durch schmiedeiserne Bügel h h, in Fig. 84 einzeln dargestellt, und durch Keile l l die gespaltenen messingnen Anwellen i k angeschlossen sind, welch letztere durch Keile m m wieder zusammengezogen werden können.

Fig. 90 ist das obere Anwell i, einzeln dargestellt; das untere k, welches durch den eingefalzten Keil m m gegen das Herausfallen aus dem Bügel h gesichert ist, wird aus Fig. 83, dann aus Fig. 84, in welch letzterer Figur man sich den Arm r in der Mitte durchschnitten ge-

bacht hat, klar seyn. Fig. 86 ist ein Durchschnitt der Treibstange, gerade Bl. 29. Fig. 79
unter dem Gesimse f. In Fig. 88, 89 und 91 ist der untere Theil der bis 91.
Treibstange dargestellt, und zwar in Fig. 88 in einer verticalen Projection, in Fig. 89 in einem Durchschnitte mit einer verticalen Ebene in der Richtung der Kurbelachse; Fig. 91 ist ein horizontaler Durchschnitt unter dem Gesimse g. Wie aus Fig. 79 und 80 ersichtlich, endiget die Treibstange unter dem Gesimse g in einen Cylinder, welcher durch zwei auf der Kurbelachse senkrecht stehende Ebenen abgeflacht ist und zu beiden Seiten in Hohlkehlen auslaufend und an seiner untern Seite cylindrisch begränzt, den hohlen Raum zur Aufnahme der gespaltenen messingnen Lager o und p, welche die Kurbelwarze c umschließen, enthält. Das untere Lager wird, aus Fig. 88 und 89 ersichtlich, durch den halbkugelförmigen Theil p am Herausfallen und Herumdrehen verhindert, während beim oberen Lager dieses durch den Keil n n, der zu gleicher Zeit zum Zusammentreiben beider Anwellen dient, geschieht. Ein Deckel q q aus Gußeisen oder Messing, über einen vorstehenden cylindrischen Rand geschoben und durch zwei versenkte Schrauben gehalten, bedeckt die Kurbelwarze nebst den Anwellen und verhindert das Eindringen von Staub :c.

Die Kurbel B in Fig. 79, 81 und 82 ist von Gußeisen und auf die Schwungradachse D cylindrisch aufgesteckt und durch einen Schlußkeil mit dieser fest verbunden. Die Warze c ist aus Stahl in die Kurbel cylindrisch eingesetzt und durch eine angeschnittene Schraube d mit eingesenkter Mutter mit ihr verbunden.

§. 174.

Hölzerne Balanciers und Treibstangen.

Blatt 30. Fig. 92—103.

Wenn gleich Balanciers aus Gußeisen solchen aus Holz, der größeren Bl. 30.
Masse letzterer halber, dann des Schwindens und des früheren gänzlichen Unbrauchbarwerdens, besonders wenn sie, wie meist der Fall ist, in feuchten Räumen placirt sind, und nicht vollkommen ausgetrocknetes Holz hiezu verwendet wird, vorgezogen werden, die gußeisernen Balanciers im Ganzen genommen meist auch wohlfeiler kommen und in gefälligeren Formen construirt werden können, so gibt es dennoch oft Fälle, wo man statt der eisernen hölzerne gebraucht. Wir haben deßhalb das ganze Blatt 30 für die Darstellung hölzerner Balanciers bestimmt, und zwar solcher, welche von unserm Landsmanne, dem großen Mechaniker Ritter v. Reichenbach, vor geraumer Zeit schon construirt und ausgeführt worden sind, dabei aber jetzt und für

Bl. 50. die Folge mitunter als gute Muster benützt werden können. Da es jedoch der Platz auf dieser Platte gestattet, so haben wir noch eine Anordnung eiserner Balanciers, ebenfalls von Reichenbach bei dem von ihm im Jahre 1820 zu Augsburg ausgeführten Wasserdruckwerke, welches noch so ist wie es damals aufgestellt wurde, mit aufgenommen. Dieses Druckwerk wird
Fig. 92 bis 94. durch ein unterschlächtiges Rad, Kropfrad (siehe die Abtheilung „Wasserräder") getrieben und besteht aus vier Cylindern (Stiefel), welche in einer Reihe und sämmtlich auf der einen Seite des Wasserrades stehend angeordnet sind, deren Kolben durch eine einzige Kurbel mittelst zweier Balanciers oder Druckhebel von besonderer Form und durch zwei an dieselbe Kurbel eingehängte Zug- oder Treibstangen ihre geradlinig auf- und abwärts gehende Bewegung erhalten.

In Fig. 92—94 ist diese Anordnung dargestellt. A ist das Endstück oder der Hals der aus sieben Stücken bestehenden gußeisernen Wasserrad-Welle, mit welcher die aus einem Stücke geschmiedete Kurbel B C D, wie aus Fig. 92 und 94 ersichtlich, ihre Verbindung und Befestigung dadurch erhalten hat, daß selbe in der Stirnscheibe o o des Wellenendes A, so wie in dessen Boden m m viereckig eingesetzt und mit einem Ansatze p p versehen ist, der an der inneren ebenen Fläche letzterer durch einen auf der andern Seite aufliegenden Schlußkeil q fest angetrieben, die Kurbel gegen das Herausziehen aus dem Halse A verwahrt.

In der Scheibe o o, deren viereckiges Loch zur Aufnahme der Kurbel etwas größer als diese ist, wird selbe mit hölzernen und eisernen Keilen gehörig ins Centrum gerichtet und befestiget — eine Verbindungs- und Befestigungsart, wie sie Reichenbach jetzt kaum mehr anordnen würde.

Die Treibstangen M und N, von Gußeisen, sind beide an die Kurbelwarze D eingehängt, und M ist mit dem Druckhebel E F G, N mit dem anderen H K L durch schmiedeiserne Bolzen r r verbunden, sonst aber hinsichtlich ihrer Anwellen so construirt, wie wir sie bereits aus vorhergehenden Blättern kennen gelernt haben. Jeder der Druckhebel ist aus einem Stücke gegossen, und trägt an seinen Enden E F und H K die Kolbenstangen von Schmiedeisen durch gleiche Bolzen und ist auf bekannte Weise mit dem Hebel verbunden.

Fig. 95 und 96. Fig. 95 und 96 ist eine gleichfalls von Reichenbach construirte und bei einem kleinen Druckwerke mit zwei Cylindern hier in München ausgeführte Anordnung hölzerner Balanciers, in Form eines gewöhnlichen E F G und eines Winkelhebels H K L, bei welchen auch beide Treibstangen M und N aus Schmiedeisen an die nämliche Kurbelwarze D an-

gehängt sind. Das Ganze ist zwar sehr einfach für einen beschränkten Bl. 30. Raum angeordnet, aber nur für geringen Widerstand geeignet und keines- Fig. 97 bis 100. wegs ein Muster von einer zweckmäßigen, guten Construction. Dafür kann die Anordnung Fig. 97—100 als musterhaft aufgestellt werden; dieselbe ist dem von Reichenbach ausgeführten Druckwerke zur Hebung der Sole in Reichenhall entnommen. Dieses Druckwerk besteht aus 8 Cylindern oder Stieseln, deren Kolben durch ein einziges Wasserrad, je zu 4 und 4, getrieben werden, wobei das Ganze sehr zweckmäßig und so angeordnet ist, daß an jedem Wellenende A eine Kurbel mit Blattzapfen aus Schmiedeisen sich befindet, von welcher die hölzerne Treibstange ausgeht, die dann auf einen Winkelhebel E F G wirkt, an dessen jedem Ende E und F zwei Kolben eingehängt sind. Da die Constructionen auf der einen und der andern Seite ganz gleich sind, so hat man hier nur einen Theil hievon aufgenommen und zur größern Deutlichkeit, was auch auf der Zeichnung bemerkt ist, den Balancier horizontal in umgestürzter Lage projicirt. Der Balancier E F G ist ein Winkelhebel, aus mehreren Stücken — durch Büge gehörig verstärkt und mit Schrauben befestigt — zusammengesetzt und hat eine besondere Welle P, mit welcher er, nach Art des holländischen Arm-Verbandes (s. d. bei hölzernen Kammrädern), die mit zwei Blattzapfen versehene Welle umfassend, gehörig fest verbunden ist. Die Anwellen der Treibstange M werden durch mit Schraubenmuttern versehene Keile s s zusammengezogen — eine Construction, die wir schon aus früheren, bei den Pfannen für Königswellen kennen gelernt haben.

Eine besondere Beachtung verdient die Verbindung der Kolbenstangen mit den Balanciers. Diese Vorrichtung ist nämlich hier nicht mehr durch Einscheeren und cylindrische Bolzen als Drehachsen, wie wir sie bisher kennen, sondern dadurch hergestellt, daß das Ende der Kolbenstange, wie aus Fig. 99 ersichtlich, in Kugelform gestaltet und der Balancier mit entsprechenden, aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Lagern r, r, r, r versehen ist, in welchen die Kolbenstange dann auch nicht, wie bei dem Einscheeren einer Bewegung nach zwei Seiten fähig ist, sondern sich nach jeder Richtung bewegen kann, wodurch viele Reibung vermindert und der Gang sehr erleichtert wird. In Fig. 100 sind diese Kugellager hinlänglich detaillirt dargestellt, um sie ohne weitere Beschreibung kennen lernen zu können. Um selbe aber auch gehörig schmieren zu können, sind sie am Boden durchlocht, und die Schmiere wird, wie im Balancier Fig. 97 und wie in Fig. 100 ersichtlich, durch das Schmierloch u von oben eingeschüttet. Es versteht sich, daß man zum Schmieren eine flüssige Schmiere hat.

Bl. 30. Fig. 101 und 102. Fig. 101 und 102 ist eine gleichfalls von Reichenbach bei einem Kastengebläse in Reichenhall ausgeführte Anwendung hölzerner Balanciers. Dieses Gebläse hat zwei viereckige Kästen, und wird von einem unterschlächtigen Wasserrade getrieben, dessen Welle A an einem Ende mit einer schmiedeisernen Kurbel C D ausgerüstet ist, und an deren Warze D die zwei Treibstangen M und N eingehängt sind, von welchen M auf einen Winkelhebel H K L, N aber auf einen geraden Hebel E F G wirkt. Beide Hebel sind mit Krümmlingen oder Kreissectoren mit dreifachen Gelenkketten aus Schmiedeisen nach der Art versehen, wie wir sie bei Ketten und Kettenrädern kennen gelernt haben, wobei die Kolben sowohl in die Höhe gezogen als niedergedrückt werden. Da aber durch das Gewicht der Kolben und deren Stangen, der Ketten und das eigene Gewicht der Balanciers diese mehr nach abwärts drücken, so sind noch eigene Gegenhebel O P und Q R mit Frictions-Rollen und Gegengewichten angeordnet, durch welche das Ganze gehörig balancirt wird.

Fig. 103. Fig. 103 haben wir noch eine von Reichenbach angegebene Verbindung von schmiedeisernen Kolbenstangen aufgenommen, welche wir für sehr zweckmäßig erachten. Dieselbe ist nach Art der bei den Gestängen erwähnten Schlösser, mittelst des sogenannten Hackenkammes (siehe Holzverbindungen), dann eines mit einer Schließe versehenen Keiles k k hergestellt, und wird durch Ringe r r zusammengehalten.

Es versteht sich wohl von selbst, daß sowohl diese, als alle anderen Balanciers und Treibstangen nur aus gut ausgetrocknetem, zur gehörigen Zeit gefälltem hartem Holze gemacht werden müssen. Hinsichtlich der auf Blatt 30 befindlichen Anordnungen bemerken wir noch schließlich, daß die in Fig. 92—94 eine Copie nach einer im Dingler'schen Journal enthaltenen Zeichnung ist, die übrigen drei Anordnungen für hölzerne Balanciers aber Aufnahmen von in der kgl. polytechnischen Sammlung in München befindlichen Modellen sind.

§. 175.

Hydraulischer Balancier.

Fig. 104.

Die hydraulischen Balanciers sind, wie schon angeführt, nur Gegengewicht — Balanciers, bei welchen eine hinlänglich schwere Wassersäule die Stelle des Gewichtes vertritt, indem dieselbe auf einen Kolben wirkt, der in einem nach außen wasserdicht abgeschlossenen Cylinder geht, und mit einem geradlinig wiederkehrend-bewegten Maschinentheile, gewöhnlich

der Kolbenstange einer Pumpe, in Verbindung steht und dessen Uebergewicht ausgleicht. Bl. 30.

Die Anwendung dieser Balanciers ist eine sehr beschränkte und wird es immer bleiben, indem, wo die Gewichtsmasse eine große ist, die Wassersäule eine beträchtliche Höhe erhalten muß, welche nur in bergigem Terrain, oder in den Schächten der Bergwerke, bei Pumpen und Wassersäulen-Maschinen vorhanden ist.

In Fig. 104 haben wir eine Skizze eines solchen hydraulischen Balancier aufgenommen; $A^1 A^2$ ist eine senkrechte Röhre, welche die Wassersäule enthält, deren Gewicht so groß seyn muß wie das Uebergewicht der balancirten Masse; dieselbe mündet in einen Cylinder, Stiefel $B^1 B^2$, ein, in welchem sich ein Kolben C geradlinig senkrecht auf- und niederbewegt, welcher in fester Verbindung mit der Kolbenstange einer Pumpe, einer Wassersäule-Maschine oder überhaupt einer durch irgend eine Kraft bewegten Masse steht, deren Uebergewicht auszugleichen ist. Der Cylinder $B^1 B^2$ hat an seinem obern Ende B^2 eine solche Einrichtung, daß sich der Kolben C mit geringer Reibung bewegen kann, ohne daß Wasser ausfließt; solch eine Einrichtung nennt man eine Stopfbüchse, deren mehrere in der Abtheilung 14 näher beschrieben sind. Die Steigröhre muß so hoch gemacht werden, daß, wenn der Kolben C in seiner tiefsten Lage ist, an ihrem obern Ende A^1 kein Wasser abfließt. Fig. 104

Gestänge.

§. 176.

Blatt 31. Fig. 1.

Wenn Bewegungen auf beträchtliche Strecken fortgepflanzt werden müssen, so gebraucht man hiezu die Gestänge, Stangenleitungen, Kunstgestänge (Stangenkünste), auch Feldgestänge besonders dann genannt, wenn die Fortleitung der Bewegung durch sie im freien Felde, oder über freies Feld geschieht. Bl. 31.

Die Gestänge, mittelst welcher eine Bewegung oft auf tausende von Fußen fortgeleitet wird, finden die meiste Anwendung bei Berg- und Wasserbauten, wo die Grubenwässer durch Pumpen hinweggeschafft werden, welche gewöhnlich eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung in senkrechter Richtung erfordern, und welche Bewegung durch die Gestänge von den mehr oder weniger entfernt liegenden erstern, eine gewisse Kraft aufnehmenden Vorrichtungen, Wasserräder, Wassersäulen-, Dampfmaschinen, Ochsen- oder Pferde-Göpel aufgenommen, verwandelt und bis zu den Pumpen fortgepflanzt werden.

Bl. 31. Ein Gestänge besteht aus folgenden Theilen:

1) den Schubstangen,
2) den Schwingen, Lenkern oder Leitarmen,
3) den Kunstkreuzen,
4) den Bruchschwingen, auch Zwillinge und Wendeböcke genannt.

Da wir das ganze Blatt 36 für die Gestänge bestimmt haben, so wollen wir uns in den folgenden Erklärungen auch auf selbes beziehen.

Fig. 1 ist ein Gestänge in einer verticalen Projection dargestellt, wobei H K die von der Kurbel eines Wasserrades ꝛc. ausgehende Treibstange ist; C, D^1, D^2, sind Schwingen, von welchen C, an der die Treibstange H K eingehängt ist, die Hauptschwinge heißt, D^1 D^2 aber die Zwischenschwingen genannt werden. Von der Hauptschwinge C geht die Kunst- oder Schubstange E E aus, welche von den Zwischenschwingen D^1 D^2 getragen wird und sich in G am Kunstkreuze F F, wo die zwei Kolbenstangen einer Pumpe eingehängt werden, endiget.

Die Kunststange E E wird aus gut gewachsenem Fichten- oder Tannenholz, aus Stücken von 24—30′ Länge zusammengesetzt, und mittelst der Holzverbindung, Verhackung M (hier Kamm oder Schloß genannt) miteinander vereiniget.

Fig. 2 und 3. Fig. 2 und 3 haben wir zwei dieser Schlösser M einzeln dargestellt; die Verbindung wird hiebei noch durch zwei schmiedeiserne Schienen a a, b b, Wangen- oder Backeneisen genannt, verstärkt, von welchen eine auf der Ober-, die andere auf der Unterseite der Stange entweder eingelassen werden, oder flach auf diesen aufliegend und mittelst 2 oder 3 Schrauben und 3 oder 4 warm angelegter Ringe zusammengehalten werden.

Die Schlösser M müssen immer in directer Nähe einer Schwinge D^1 angeordnet werden. Die Stärke der Stange E richtet sich nach dem Widerstande, wird jedoch bei einer Länge von 24 — 30′ nicht unter 4″ Dicke und 5″ Höhe oder Breite, bei größerem Widerstande aber zu 24′ Länge, 5—6″ dick und 6—7″ hoch genommen. Die Enden der Kunst-
Fig. 4 und 5. stangen, E E Fig. 4 und 5, mit welchen dieselben von einer Hauptschwinge C ausgehen, oder bei G am Kunstkreuze F E, eingehängt sind, werden, wie in Fig. 4, mit einem Scheereisen a b c, oder wie in Fig. 5 ausgeführt.

§. 177.

Die Schwingen C, D^1 und D^2, manchmal durch horizontale Wellen, Rollen oder Walzen ersetzt, werden stets aus Eichenholz gemacht, und man unterscheidet stehende, hängende und schwebende.

Fig. 1 und 6 sind Stangenkünste mit stehenden, Fig. 7 ist eine Bl. 51. Fig. 1 bis 9.
solche mit hängenden, Fig. 8 eine mit schwebenden Schwingen. In Fig. 9 sind die Schwingen durch Rollen o o ersetzt.

Die Schwingen C und D der stehenden und hängenden Stangenkünste, von welchen wir in Fig. 10 eine Hauptschwinge C, und in Fig. 11 Fig. 10.
eine Zwischenzwinge D des Gestänges, Fig. 1, im größern Maßstabe einzeln dargestellt haben, bestehen aus einer Welle a a, dann aus einem in diese eingezapften Arme b, Stiel genannt, dann besonders bei den Hauptschwingen C, und wenn der Stiel b von beträchtlicher Länge wird, selbst bei den Zwischenschwingen D, aus 2 Streben c c. Der Stiel c hat an seinem oberen Ende d eine Verstärkung, Kopf genannt, an seinem andern Ende e aber einen auf zwei Seiten abgesetzten Zapfen, welcher an der unteren Seite in der Welle, wie Fig. 10 und 11, gut verkeilt wird, oder, Fig. 11.
wie in Fig. 7, noch über die Welle vorsteht und durch einen Schlußkeil mit dieser verbunden ist. Am Kopfe d, Fig. 11, ist der Stiel zur Aufnahme der nach Fig. 4 oder 5 ausgeführten Enden der Stange E durchlocht, auf beiden Seiten mit eingelassenen Backeneisen e versehen, welche durch Nägel, oder besser noch durch die ganze Dicke des Kopfes durchgehende Mutterschrauben eine feste Verbindung mit der Schwinge erhalten, an deren Kopf d noch zwei Ringe über die Backeneisen e angelegt werden. Durch einen durch beide Backeneisen und die Stange E durchgehenden Bolzen o p, Fig. 10 und 11, dann durch einen anderen in Scheerform ausgeführten Bolzen q r erhält die Bläuelstange H K ihre Verbindung mit der Hauptschwinge, und auf ähnliche Weise die Zwischenschwingen ihre Verbindung mit der Stange E.

Die Welle a a ist entweder, wie in Fig. 10 und 11, quadratisch prismatisch, oder wie in Fig. 6 und 7 von doppelt conischer Form, erhält zwei Ringe g h, Fig. 10 und 11, zunächst dem Stiele b, und andere zwei i k an ihrem Ende, welche zwei schmiedeiserne Zapfen l m (Spitz- oder Hackenzapfen) tragen, mit welchen sie in schmiedeisernen, manchmal auch in Anwellen von sehr hartem Holze liegen. Diese Anwellen sind dann entweder, wie Fig. 12, in zwei Schwellen s s einge- Fig. 12.
lassen, welch letzte auf zwei Querschwellen t t aufgeklaut, und diese wieder auf mit der Handramme in die Erde eingeschlagene vier Pfähle a a aufgezapft sind, oder man macht, wie Fig. 6, für jede Schwinge einen kleinen steinernen Unterbau, auf welchen man eine zusammengezapfte Führung v v legt, in welche die Anwellen eingelassen werden. In festen Boden schlägt man öfters nur zwei Pfähle u u, Fig. 13, ein, auf welche Fig. 13
man die Anwellen wie in Fig. 13 lagert, welches gleichzeitig eine Anord-

Bl. 51. nung stehender Schwingen ist, wenn selbe eine beträchtliche Länge erhal-
Fig. 7. ten. Die Einrichtung für hängende Schwingen, Fig. 7, ist dieselbe wie für stehende, nur mit dem Unterschiede, daß bei den hängenden die Köpfe d der Schwinge und die Stangen E dem Boden zunächst sind. Die Anwellen sind dann auch entweder in gut geschlagene Pfähle oder in eigene Gestelle W W, wie in Fig. 7, eingelassen, welche Gestelle dann auch auf Pfähle aufgezapft, oder, wie hier, mit ihrem Untertheile auf steinerne Unterbauten gelegt werden.

Fig. 8. Die schwebenden Schwingen, Fig. 8 (auch Kunstböcke genannt), haben eine andere Einrichtung, als die stehenden und hängenden, und unterscheiden sich von diesen schon darin, daß die Bewegungs-Ebene der Stange E eine horizontale ist, während selbe bei den stehenden und hängenden eine verticale ist.

Fig. 14. Fig. 14 haben wir eine schwebende Schwinge einzeln dargestellt; dieselbe besteht aus einer feststehenden Säule A, welche entweder mit der Pfahlramm in den Boden eingeschlagen oder eingemauert ist; dann aus einer senkrechten Welle a a, in welche der Lenker b eingezapft ist. Welle und Lenker sind noch durch einen Bug c abgesteift und mit einander verbunden, welche Verbindung noch durch eiserne Bänder oder Schrauben die gehörige Festigkeit und Dauer erhält.

Die Verbindung der Stange E mit dem Lenker b wird entweder, wie in Fig. 10 und 11, dadurch erreicht, daß man den Kopf durchlocht, mit Backeneisen, Schrauben und Ringen versieht, oder besser und einfacher, wie Fig. 8, wo auf der Oberseite des Lenkers eine rechtwinklig gekröpfte Bruche eingelassen ist, zwischen welcher die Stange E durch eine Schraube mit der Schwinge ihre Verbindung erhält.

§. 178.

Die Kunstkreuze F F, Fig. 1, deren Bewegungs-Ebene eine horizontale oder verticale seyn kann, dienen zur Ableitung der Bewegung der Kunststange E in jene verticale Richtung, welche die Kolbenstangen der Pumpen gewöhnlich haben, oder überhaupt zur Fortpflanzung der Bewegung der Stange E unter einem rechten Winkel. Vertical gebraucht heißen dieselben Kunstkreuze, in horizontaler Lage aber Wendeböcke. Außerdem unterscheidet man noch ganze Kunstkreuze, halbe und Viertel-
Fig. 15. Kunstkreuze. Fig. 15, 16 und 17 haben wir ein ganzes Kunstkreuz einzeln dargestellt. Dasselbe besteht eigentlich aus zwei Kreuzen G H F F und I L K K, welche beide eine gemeinsame Welle a a haben. Jedes derselben ist aus zwei rechtwinklig übereinander geplatteten Armen G H und F F, dann I L und K K, welche in die Welle eingelocht sind, ge-

bildet; dann durch Streben c c ꝛc. untereinander verbunden, und durch Schrauben, Bänder und Ringe gehörig miteinander befestiget. Am Arme G des einen Kreuzes, Fig. 15 und 16, ist entweder die von der Kurbel ausgehende Bläuelstange oder die Kunststange E eingehängt, während die Kolbenstangen von den Armen K K, Fig. 16 und 17, des andern Kreuzes ausgehen; übrigens kann man die Pumpenstangen auch in die Arme F F, Fig. 15 und 16, des ersten Kreuzes einhängen, wodurch das andere ganz erspart wird. Wenn ein Kunstkreuz nur 3 Arme G F F hat, wie Fig. 18, so heißt es ein halbes, hat es aber nur 2 Arme G und F, wie Fig. 19, ein Viertel-Kunstkreuz. Bl. 51. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

§. 179.

Bruchschwingen. Bei der Anordnung eines Gestänges wird man stets darauf bedacht seyn, der Kunststange wo möglich eine horizontale Lage zu geben; allein dieses kann nicht immer, und besonders da selten seyn, wo ein Gestänge im freien Felde und von beträchtlicher Länge nothwendig ist. Es trifft sich oft, daß am Fuße einer Anhöhe oder überhaupt in der Niederung ein Triebwasser vorhanden ist, dessen Kraft durch ein Wasserrad ꝛc. wirksam gemacht, man auf einer Anhöhe zum Betriebe von Pumpen ꝛc. benützen will; oder es findet sich die Triebkraft in der Niederung auf der einen Seite eines Hügels, auf dessen anderer Seite dieselbe erst vortheilhaft zu benützen ist, so kann in beiden Fällen ein anzuwendendes Gestänge nicht in einer einzigen geraden Linie, sondern nur immer stückweise in gerader Richtung geführt werden.

Es kann sich fügen daß ein Gestänge, wie Fig. 20, in einer Niederung von y bis x wagrecht, von hier aber, als dem Beginne einer Anhöhe, gegen z schief geführt werden muß, oder daß, wie in Fig. 21, das Gestänge in der Niederung gar nicht wagrecht, sondern sogleich vom Fuße eines Hügels, von y bis x schief, dann an dessen äußerster Stelle von x an bis gegen z wagrecht, und von hier wieder aufwärts, manchmal auch wieder nach abwärts geführt werden muß; oder es kann, wie in Fig. 22, die Lage der Kunststangen E eine wagrechte seyn, und die Richtung nur stückweise, wie von y nach x und von hier nach z geradlinig seyn. Die Stellen x, wo die Richtung eines Gestänges geändert wird, nennt man Brüche, deren Zahl durch das Terrain bestimmt wird, und an welchen einige Schwingen (Bruchschwingen genannt) nothwendig sind, bei welchen man Zwillinge und Wendeböcke unterscheidet. Zwillinge heißen die Bruchschwingen, wenn, wie in Fig. 20 und 21, ihre Bewegungs-Ebene eine senkrechte, Wendeböcke aber, wenn selbe, wie Fig. 22, eine wagrechte ist. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 23 und 24 haben wir zwei verschiedene Constructionen von Fig. 23 und 24.

Bl. 31. Zwillingen aufgenommen, von denen jeder aus einer Welle a a und zwei Armen oder Lenkern b und c besteht, welche durch ein Querholz d und eine Eisenschiene e e miteinander verbunden sind. In Fig. 23 stehen die Lenker c und b neben einander und erfordern eine etwas stärkere Welle; hingegen in Fig. 24 stehen selbe hinter einander. Jeder der Lenker b und c muß in der mittleren Lage, wo er den Sinus versus seines größten Ausschweifungs-Winkels halbirt, rechtwinklig auf der Richtung der Stange stehen, mit welcher er verbunden ist. Die Zwillinge können ebenso, wie die Schwingen in Fig. 7, als hängende angeordnet werden.

Fig. 23 und 24.

Fig. 25. Wendeböcke. Hievon haben wir in Fig. 25 einen im vergrößerten Maßstabe dargestellt, welcher ganz so, wie die vorhin beschriebenen Zwillinge construirt ist, und sich von jenen lediglich darin unterscheidet, daß seine Welle a a eine senkrechte Lage gleich der schwebenden Schwinge, Fig. 14, hat.

Fig. 26. Fig. 26 haben wir noch ein Gestänge aufgenommen, welches bei etwas steilen Anhöhen gebraucht werden kann, und deßwegen überhaupt auch vortheilhafter ist als die andern, weil durch die doppelarmigen Schwingen D und zwei Stangen E^2 jene Ungleichförmigkeit des Widerstandes aufgehoben wird, die durch die auf einerlei Seite überhängenden einarmigen Schwingen entsteht, welche besonders bei langen Gestängen beträchtlich werden kann.

Auch kann man diesem dadurch begegnen, daß man einen Theil der Schwingen hängend, den andern aber stehend, dann bei den schwebenden Schwingen, Fig. 8, dieselben immer abwechslungsweise auf die eine und andere Seite der Stange stellt. Bei Gestängen mit verticalen Brüchen, wo die Last der Schwingen und Stangen größtentheils auf einerlei Seite liegt, wenn nicht durch entgegengesetzte Brüche das Uebergewicht aufgehoben wird, kann dieses Uebergewicht dadurch aufgehoben werden, daß man in der Mitte des Gestänges ein Kunstkreuz oder einen Wendebock anordnet und das Gestänge an dem entgegengesetzten Arm anbringt.

Neunte Abtheilung.

Verwandlung der Bewegungen.

Blatt 32 bis Blatt 35.

§. 180.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Es trifft sich nur selten, daß eine Kraft unmittelbar in der Richtung wirkt, welche die Maschinen zur Verrichtung bestimmter Arbeiten erfordern, sondern es müssen die Bewegungen meist erst abgeändert werden, daß der beabsichtigte Zweck erreicht wird. Es wurde bereits in der Einleitung dieses Werkes angeführt, daß die Bewegungen entweder nach einer geraden Linie oder nach einer Curve, welch letztere einfach oder doppelt gekrümmt seyn kann, erfolgen, daß ferner eine Bewegung nach derselben Richtung stetig fortgehend oder absetzend wiederkehrend seyn kann.

Hienach kann man die Bewegungen eintheilen in: einfache und zusammengesetzte. Einfache Bewegungen sind:

1. die geradlinig fortschreitende (continuirliche);
2. die geradlinig fortschreitend wiederkehrende;
3. die kreisförmig fortschreitende (continuirliche);
4. die kreisförmig fortschreitend wiederkehrende Bewegung, wonach wir vier einfache Bewegungen haben, durch deren Verbindungen man die zusammengesetzten Bewegungen erhält, welche wieder entweder geradlinige oder krummlinige sind. Die Abänderung aller dieser Bewegungen bezieht sich entweder bloß auf die Veränderung der Richtung derselben, oder auf die Veränderung der Geschwindigkeit und Kraft, oder auf die wirkliche Verwandlung oder Umsetzung einer Bewegung in eine andere. Aus der Abtheilung „Verzahnungen" ist uns bereits bekannt, daß, wenn man ein cylindrisches Rad von endlichem in ein solches von unendlichem Durchmesser, oder, was dasselbe ist, ein Rad in eine Zahnstange eingreifen läßt und jenem eine drehende Bewegung mittheilt, die Bewegung dieser nach einer geraden Linie und umgekehrt, wenn man die Zahnstange geradlinig bewegt, die des Rades nach einem Kreise erfolgt, wobei also ein wirkliches Verwandeln oder Umsetzen einer Bewegung in eine andere stattfindet; deßgleichen wenn man Räder von endlichem Durch-

messer und ungleicher Zähne-Anzahl in Eingriff setzt, keine Verwandlung der Bewegung, wohl aber eine Aenderung der Geschwindigkeit und Kraft stattfindet. Bedient man sich hingegen zur Fortpflanzung einer Bewegung conischer Räder, so wird stets die Richtung der Bewegung verändert, wobei aber auch noch die Geschwindigkeit und Kraft dadurch verändert werden kann, daß man Räder von ungleicher Zähne-Anzahl gebraucht.

Es soll nun die Aufgabe dieser Abtheilung seyn, die Mittel, welche im Verlaufe der Zeit erfunden und uns bekannt geworden sind, um eine Bewegung umzuändern, zu verwandeln oder umzusetzen, kennen zu lernen.

Einfache Bewegungen.

A. Verwandlung der continuirlichen, geradlinigen und kreisförmigen Bewegung.

Blatt 32. Fig. 1—44.

§. 181.

a. die geradlinige Bewegung in geradlinige umgeändert,

Bl. 32. ist die einfachste von allen, und wird da, wo es sich bloß um die Aenderung der Richtung der Bewegung handelt, erzielt durch:

Fig. 1. 1. die feste oder Leitrolle, Fig. 1 Bl. 32 (Abtheilung 5, „Rollen", Seite 179—180 Bl. 22, Fig. 13 und 14, 17 und 18 bereits beschrieben), über welche man eine Schnur, ein Band, Seil, einen Riemen oder eine Kette legt. Es ist einleuchtend daß, wenn das eine Ende des um die feste oder Leitrolle gelegten Seiles in einer bestimmten Richtung bewegt wird, das andere in einer von dieser verschiedenen, aber in derselben Ebene befindlichen Richtung sich ohne Aenderung der Geschwindigkeit bewegen wird, wobei jedoch ein Theil der Kraft wegen Steifheit des Seiles und der Achsen-Reibung verloren geht. Da nun aber dieser Kraftverlust um so beträchtlicher wird, je stärker die Seile und Achsen, und je kleiner die Rollen-Durchmesser sind, so soll man Seile und Achsen nicht unnöthig stark, die Rolle aber von großem Durchmesser anwenden.

Wenn eine continuirliche geradlinige Bewegung durch Seile in beträchtlicher Entfernung übergetragen werden soll, wobei die Orts-Verhältnisse eine Unterbrechung der Fortleitung bedingen, oder wenn die nothwendige Richtung der Bewegung mit der gegebenen nicht in gleicher Ebene liegt, so sind zwei und oft noch mehrere feste Rollen nothwendig; Fig. 2 und 3.

Fig. 2 und 3. 2. Die bewegliche, lose oder Kraftrolle, (Abth. 5, „Rollen", Seite 180 beschrieben und auf Bl. 22 Fig. 15 und 16, 19—21, detaillirt ge-

zeichnet), welche da Anwendung findet, wo mittelst einer kleineren Kraft Bl. 32.
eine größere Last bewegt oder die größere Geschwindigkeit der Kraft in eine kleinere umgeändert werden muß. Die bewegliche Rolle A. Fig. 4, Bl. Fig. 4.
32, unterscheidet sich von der festen dadurch, daß das eine Seil-Ende C befestiget ist, während das Seil um die bewegliche Rolle A geschlagen ist, dessen Achse mittelst des mit einem Haken versehenen Bügels (Klobens) die Last B trägt. Das Seil ist dann gewöhnlich noch über eine feste Rolle D gelegt, wobei, wenn nun an seinem andern Ende E mit der gehörigen Kraft gezogen wird, die Rolle A mit der Last B vorwärts schreitet. Da hier die Last von den beiden Seilen C F und H I getragen wird, so trifft auf jedes Seil nur das halbe Gewicht der Last, weßwegen die am Seil-Ende E angewandte Kraft, vorausgesetzt, daß beide Seile C F und H I parallel zu einander sind, nur halb so groß zu seyn braucht als die Last; dabei muß aber das Seil doppelt so weit fortgezogen werden, als sich die Last bewegt, oder, was dasselbe ist, die Bewegung der Last erfolgt nur halb so schnell als die der Kraft. Aus der Verbindung mehrerer festen und losen Rollen entstehen bekanntlich die Flaschenzüge, durch welche diese Aufgabe eine allgemeine Auflösung erhält.

3. Die schiefe Ebene und der Keil lassen sich zur Umwandlung einer geradlinigen in eine andere geradlinige Bewegung anwenden. Ein Keil A, Fig. 5, seiner Länge a b nach verschiebbar zwischen Stän- Fig. 5.
dern e f und r s, wirkt auf einen zweiten Keil B, welcher durch Stifte oder besser Frictionsrollen, g k und h i an die Ständer e f, r s insofern fixirt ist, daß er nur einer Bewegung nach auf- oder abwärts fähig ist. Wird nun der Keil A von a gegen b geschoben, so wird der Keil B in die Höhe steigen, wobei die Linie m n stets parallel zu ihrer ersten Lage bleibt. Diese Bewegung wurde vom Verfasser und anderen zur Erhöhung der Pfannen senkrechter Wellen benützt, und außer diesem mit Erfolg bei großen Streckwerken zum Stellen der untern Walze angewendet. Mit nachfolgender Vorrichtung, Fig. 5, kann man mittelst des Keiles A eine geradlinig fortgehende Bewegung in eine andere geradlinig fortgehende verwandeln, welche mit der ersten einen gegebenen Winkel bildet. Es sey nämlich Fig. 5, p l eine auf der Ebene c d des Keiles A normal stehende Schiene, welche bei l mit einer Frictions-Rolle versehen und durch Leitlatten oder Frictions-Rollen q o vor dem Ausweichen seitwärts gesichert ist, so wird die Schiene l p eine geradlinige Bewegung erhalten, sobald der Keil A in der Richtung a b verschoben wird.

4. Stangen und Gelenke, Lenkstangen, Fig. 6, 7, 8 und Fig. 6.
9 dienen oft zur Abänderung der geradlinigen Bewegung. Es sey A B, Fig. 6, eine mit einem Schlitze e f versehene Schiene; ein fester cylindri-

Bl. 82. Fig. 6. scher Stift g greift in deren Schlitz ein. C D ist eine andere, mit einem rechtwinklig von ihr ausgehenden, mit ihr aber festverbundenen Arme E F, in welchem ein cylindrischer Stift d, der gleichfalls in den Schlitz e f der Schiene A B eingreift, befestiget ist. Die Schiene C D ist zwischen den Leitungen, Scheidlatten oder Frictions-Rollen a b beweglich. Erhält nun die Schiene A B eine solche Bewegung, daß ein Punkt A in der zu C D parallelen Geraden A A' sich befindet, so wird der Punkt d die zu A A' parallele Gerade d d' durchlaufen.

Fig. 7. Fig. 7 ist ähnlich der so eben beschriebenen; A B ist eine mit einem festen Querarm E F, in welchem sich ein Schlitz befindet, versehene Schiene (Stange), C D eine zweite in den Leitungen a b bewegliche Schiene mit einem in ihr befestigten Stifte d, welcher in dem Schlitze von E F gleiten kann. Wird nun A B geradlinig fortbewegt, so erhält auch C D eine gleiche Bewegung, natürlich in der Richtung C D.

Fig. 8. Fig. 8. Hier sind die beiden Stangen A B und C D durch ein Gelenke E F, welches sich um die Bolzen g h bewegt, verbunden.

Fig. 9. Fig. 9 ist ein mit einem Schlitze e f versehenes Gelenk E F, mit A B durch den Bolzen g verbunden; C D ist wieder beweglich in den Leitungen a b und trägt einen im Schlitz e f gleitenden Stift d; zur Führung der Schiene E F dient ferner ein fester Stift c, an welchem diese durch ihren Schlitz e f gleiten kann. Wird nun die Stange A B so verschoben, daß g nach g' kömmt, so wird vermittelst des geschlitzten Gliedes E F die Stange C D den Weg d d' zurücklegen.

5. Parallel-Bewegungen. Die Aufgabe, einen Körper geradlinig und parallel mit sich selbst fortzubewegen, kommt häufig vor, und kann auf verschiedene Weise aufgelöst werden. Die einfachste Auflösung

Fig. 10. dieser Aufgabe besteht darin, daß man Fig. 10 und 11 den zu bewegenden Theil a b c d mit Leitungen, Laden auch Ladenhölzern e f, g h einschließt, durch welche das Ausweichen des beweglichen Theiles a b c d von der Seite, oder dessen Umdrehen beim Fortrücken verhindert wird. Diese Leitungen sind dann entweder wie g h, bei d' c' ersichtlich, mit einem Falze oder einer Nuth versehen, in welche b' d' mittelst eines Kammes eingreift, oder es trägt der bewegliche Theil die Nuthe wie bei b' a', und der Kamm befindet sich in der Leitung e f. Besser noch versieht

Fig. 11. man den gleitenden Theil a b c d, Fig. 11, mit Frictions-Rollen i k, l m, welche wieder so angeordnet werden können, daß entweder in die Leitungen c' d' eine Nuth eingezogen wird, in welcher dann die Rollen wie m' laufen, oder es kann die Rolle wie l' die Nuthe erhalten und die Leitungen f' die Kämme. (In der 5. Abtheilung „Rollen", dann in der 8. bei „Kurbeln" [Coulissen] bereits aufgeführt.)

Etwas umständlicher und kostspieliger ist folgende Anordnung: Fig. Bl. 52.
12. Man versieht den beweglichen Theil mit einer Achse l m, an deren beiden Enden man Zahngetriebe i und k anbringt, welche man in Zahnstangen e f, g h, eingreifen läßt. Es versteht sich, daß beide Räder von gleichem Durchmesser und die Zahnstangen unter sich gleich seyn müssen. Einfacher und dem Zwecke vollkommen entsprechend ist folgende, zuerst bei Spinnmaschinen angewandte Vorrichtung Fig. 13. Der bewegliche Fig. 13.
Theil a b c d ist mit vier Rädern i k l m versehen, welche auf eisernen Schienen laufen, und trägt außer diesen noch zwei, mit Schnurläufen versehene Rollen n und o, deren Achsen fest auf a b c d sind, und um deren jede eine Schnur q t u r und p v w s gelegt und in den Punkten p q und r s an den festliegenden Bahn-Schienen e f und g h befestigt ist. Die Schnüre r p und q s müssen parallel zu einander und so fest gespannt seyn, daß kein Gleiten auf den Rollen n o stattfinden kann, zu welchem Behufe man an zweien der Befestigungs-Punkte r s oder p q eigene Schrauben zum Spannen der Schnüre anbringt. Auch müssen die Achsen der Räder i k l m winkelrecht gegen die Schnüre r p und s q stehen.

Parallel-Lineale. Bei dem Linearzeichnen bediente man sich früher zum Ziehen paralleler Linien eigener Vorrichtungen. Fig. 14—17 Fig. 14.
Parallel-Lineale genannt. Fig. 14 sind zwei Lineale a b und c d durch zwei gleich lange Scharnier-Stäbchen e f und g h so verbunden, daß die vier Dreh-Achsen g e f und h die Ecken eines mit a b und c d parallel liegenden Parallelogramms bilden. Wird nun eines der Lineale, z. B. a b, festgehalten und das andere fortgeschoben, so wird c d parallel zu a b bleiben; da sich aber hiebei das bewegte Lineal c d seitwärts zieht, so hat man diesem durch die Anordnung Fig. 15 abzuhelfen gesucht; es Fig. 15.
sind nämlich hier zwei Paar Scharnier-Schienen g h, i k und l m, o n unter sich durch eine andere Schiene e f und mit den Linealen a b, c d durch die Achsen oder Scharniere g l und k n so verbunden, daß die Entfernungen g h, l m, i k und o n der Drehachsen unter sich ganz gleich sind, und die gleichen Abstände g l, h m und k n mit den Kanten a b und c d der Lineale parallel gehen.

In Fig. 16 sind a b und c d gleichfalls zwei Lineale, durch zwei Fig. 16.
gleich lange Scharnier-Schienen e f und g h so vereiniget, daß h und f Drehachsen sind, und bei i ein Scharnier angebracht ist; bei k und l hat jedes Lineal einen Schlitz, in welchem nach abwärts von der Scharnier-Schiene e f und g h gehende cylindrische Bolzen gleiten können, wodurch bei einem Auseinanderschieben der Lineale deren Kanten gleichfalls parallel bleiben müssen.

Bl. 53. Fig. 17. Fig. 17 ein Lineal a b, an dessen oberen flachen Seite zwei, an einer dünnen eisernen Welle c d fest aufgesteckte, an ihrer krummen Seite rauh, kraus gemachte (aufgerauhte) Rollen c d so gelagert sind, daß sie mit ihren krummen Flächen an der unteren flachen Seite des Lineals etwas vorstehen. Wird nun das Lineal a b fortgeschoben, so wird die Kante a b mit ihrer ersten Lage parallel bleiben, vorausgesetzt, daß beide Rollen c und d gleich groß sind, und die Fläche, auf welcher sie laufen, vollkommen eben ist.

§. 182.

b. Geradlinig fortgehende Bewegung in kreisförmig fortgehende umgeändert.

Fig. 18. 1. Der Haspel oder die Radwelle Fig. 18 besteht aus einer horizontal gelagerten, gewöhnlich mit einer Kurbel versehenen cylindrischen Welle a b. — Wenn ein Seil auf die krumme Fläche der Welle a b oder über eine auf dieser befestigten Trommel (Rad) aufgeschlagen ist, und es wird mit einer hinlänglichen Kraft k am Seile gezogen, so wickelt sich das Seil ab und die Welle erhält eine drehende Bewegung.

2. Zahnstange, Zahnstock, Kammbaum. In der Abtheilung Verzahnungen haben wir bereits angeführt, daß mittelst einer Zahnstange und eines Rades eine geradlinig fortschreitende Bewegung in eine kreisförmig fortgehende verwandelt werden kann.

3. Schnüre, Bänder, Gurten oder Riemen und Ketten über Rollen gelegt, dienen gleichfalls zur Veränderung einer geradlinig fortschreitenden Bewegung in eine kreisförmig fortgehende. Da wir diese Elemente bereits in der 5. Abtheilung dieses Werkes aufgeführt haben, so weisen wir hierauf im allgemeinen hin.

§. 183.

c. Verwandlung der kreisförmig fotgehenden in geradlinig fortgehende Bewegung.

1. Die Radwelle oder der Haspel. Unter den Mitteln zur Verwandlung einer Kreisbewegung in eine geradlinig fortgehende ist die
Fig. 18. Radwelle Fig. 18 eines der am häufigsten angewandten. Man bedient sich des Haspels vorzüglich zum Aufziehen von Lasten, indem man ihn mit einer Kurbel, Hebelarm oder einem Rade versieht, und um ihn ein Seil, Gurte, Riemen oder Kette, an welchen dann die Last befestigt wird,

legt. — Die Lage der Welle a b ist meist die horizontale oder senkrechte, Bl. 32.
kann aber auch jede andere seyn. In horizontaler Lage gebraucht, heißt die Welle ein Haspel, vertical aber gewöhnlich eine Winde, Königswelle, auch Göpel, Tummelbaum oder Tummelwelle.

Die Gegenwinde, Differentialwelle, Licht- oder Differentialhaspel Fig. 19 besteht aus einer Welle a b, deren eine Theil a d von einem kleineren Diameter ist, als der Theil c b. Ein Seil d e g f trägt eine bewegliche Rolle h, an deren Kloben die zu bewegende Last k sich befindet, und ist mit seinem einen Ende d an die kleine Welle a d, mit dem andern f aber an die große Welle c b so befestiget, daß, wenn die Welle mittelst der Kurbel in eine drehende Bewegung versetzt wird, das eine Seil sich auf-, das andere aber abwickelt, wodurch man es in seiner Gewalt hat, die Geschwindigkeit der zu hebenden Last im Vergleiche mit der Geschwindigkeit der Kurbel, durch welche der Haspel in Bewegung gesetzt wird, so klein zu nehmen als man will; dabei wird aber auch die Last k bei einem Umgange der Kurbel nur um die halbe Differenz der Peripherien der Wellen a d und c b gehoben. Fig. 19.

2. Rollen mit Schnüren und Riemen, dann Schnüre mit eingebundenen Knoten und Kugeln; Ketten und deren Räder, deßgleichen Zahnstangen mit Rädern dienen zur Verwandlung der kreisförmig fortgehenden in geradlinig fortschreitende Bewegung, wie bereits angeführt.

3. Die Schraube ist ein in den technischen Künsten und Gewerben bereits vielfach benütztes Mittel, eine Kreisbewegung in eine geradlinige zu verwandeln. Die Anordnung wird hiebei so getroffen, daß entweder die Mutter eine Kreisbewegung erhält, und die Spindel, deren Drehen verhindert ist, in der Richtung ihrer Achse geradlinig fortgeht, wie dieses bei den nassen Pressen der auf gewöhnliche Weise noch eingerichteten Papierfabriken der Fall ist, oder was noch öfter geschieht, die Mutter wird durch die Umdrehung der Spindel geradlinig verschoben, welch letztere Anordnung durch Fig. 20 erläutert ist. a b ist die Spindel, welche in einem Fig. 20.
Rahmen o p r q so gelagert und mit ihm insoferne fest verbunden ist, daß sie außer der Bewegung um ihre Achse, welche mittelst eines durch ihren Kopf b gesteckten Hebels oder Schlüssels, auch einer Kurbel bewirkt wird, keiner andern Bewegung fähig ist. Das Fixiren der Spindel mit den Rahmen o p q r ist hier dadurch bezweckt, daß zunächst am Kopfe b in die Spindel eine Nuth eingedreht ist, in welche ein oder zwei durch das Kopfstück o p des Rahmens gehende Keile i k eingetrieben

Bl. 32. sind; in c d ist die Mutter, welche mittelst eines Kammes und einer Nuth, wie in Fig. 10 a′ oder d′ ersichtlich, in der Richtung a b der Schraube durch den Seitentheil e f und g h am Drehen verhindert, an diesen geradlinig vor- oder rückwärts gleiten kann.

Die Differential-Schraube, auch Gegenschraube genannt,
Fig. 21. Fig. 21, ist von der so eben beschriebenen Vorrichtung nur darin verschieden, daß an einer Spindel a b zwei verschieden steigende Gewinde s t und u v sind, und die Spindel im Rahmen nicht fixirt ist, sondern in dem, dem Kopfe b zunächst befindlichen Rahmstücke o p die Mutter für das Gewinde u v sich befindet, während das im Rahmen geradlinig bewegliche Stück c d das Gewinde für die Schraube s t enthält. Beide Gewinde s t und u v sind von verschiedener Steigung, und es ist s t das stärker steigende. Bei jedem einmaligen Umgang der Spindel wird selbe geradlinig in einer Weite fortschreiten, welche gleich der Steigung des Gewindes u v ist; da aber die Mutter um die Höhe eines Ganges des Gewindes s t fortgeschoben wird, so ist jetzt der Weg, den die Mutter c d bei einer Umdrehung der Schraube a b wirklich gemacht hat, gleich der Ganghöhe des Gewindes s t — der Ganghöhe des Gewindes u v.

4. Mittelst der Vorrichtung Fig. 22, bestehend in einer Scheibe A,
Fig. 22 und einer durch Frictions-Rollen m, m, m fixirten, nur nach einer geraden Richtung beweglichen Stange c d kann die Kreis-Bewegung der Scheibe A in eine geradlinig fortschreitende Bewegung verwandelt werden. Ein Riemen e f (Kette) ist mit seinem einen Ende e an der Scheibe A, mit seinem andern Ende f aber an der Stange c d befestiget. Wird nun die Scheibe A in der Richtung b e gedreht, was mittelst der Kurbel b geschehen kann, so wird die Stange c d in der Richtung c d geradlinig bewegt. Die beiden andern Riemen g′ h′ und i′ k′ sind vorläufig als nicht vorhanden zu denken.

§. 184.

d. Umänderung der kreisförmig fortschreitenden in kreisförmig fortschreitende Bewegung.

1. Endlose Bänder, gebildet aus Schnüren, Seilen, Gurten, Riemen oder Ketten, und über Scheiben oder Trommeln geschlagen, gehören, wie wir bereits angeführt haben, zu den einfachsten und am häufigsten benützten Mitteln, eine Kreis-Bewegung von einer auf eine andere Rotations-Achse überzutragen, oder eine Kreis-Bewegung in eine
Fig. 23. andere umzuändern, Fig. 23. Bei großen Entfernungen der die Rollen oder Trommeln A und B tragenden Wellen bringt man Leitrollen c d, e

und f an, um das Schwanken des Seiles oder Riemens zu ver- Bl. 32.
hüten; auch bedient man sich aus gleichen Rücksichten, und um das Nachlassen der Schnüre oder Bänder unschädlich zu machen und eine gleichmäßige Spannung derselben zu erzielen, der bereits in der Abtheilung „Rollen“ erwähnten Spannrolle c, Fig. 24, wobei dieselbe Fig. 24.
an einem festen Punkte d aufgehängt ist und mittelst eines Hebels c d e und Gewichtes f oder eines Haspels oder einer Schraube 2c. gegen das Band gedrückt wird, oder man trifft, wo es die Umstände gestatten, wie schon angeführt, eine solche Anordnung, daß eine der Wellen mittelst einer Schraube verrückbar ist, um dem Bande hierdurch die nöthige Spannung zu geben.

Wenn Hindernisse vorhanden sind, welche das Geradeausführen der Seile oder Bänder nicht gestatten, oder wenn die beiden Wellachsen nicht mehr in einer Ebene sich befinden, also nicht parallel sind und sich nicht schneiden, so kann man, wie Fig. 25 und Fig. 26, Leitrollen C, C und B Fig. 25 und 26.
gebrauchen; allein sowohl diese, als die Spann-Vorrichtungen vermehren nur die Reibung in den Zapfenlagern und deren Achsen, und sind daher wo möglich zu vermeiden.

Manchmal ist es nothwendig, daß, wo man die kreisförmig fortgehende Bewegung mittelst Bänder in eine solche verwandelt, die Geschwindigkeit schnell abgeändert werden muß; in solch einem Falle bedient man sich der Trommeln a, b, c, d, und e, f, g, h, Fig. 27, deren jede Fig. 27.
aus so vielen Scheiben zusammengesetzt, als Aenderungen der Geschwindigkeit verlangt sind. Diese Scheiben müssen aber so angeordnet werden, daß das Band, wenn selbes von einem ersten Scheiben-Paar auf ein anderes gelegt wird, in seiner Länge keiner Veränderung bedarf, was nur dann der Fall seyn wird, wenn die Scheibenhalbmesser der einen Welle A nach einer Seite hin eben so wachsen, als die Scheibenhalbmesser der Welle B kleiner werden.

2. Conische Trommeln. Wenn man statt der so eben beschriebenen, aus mehreren Scheiben bestehenden cylindrischen, conische Trommeln, A und B Fig. 28, gebraucht, welche jedoch von gleicher Größe seyn müssen, Fig. 28.
und so anordnet, daß an der Stelle der größeren Basis a b des einen Kegels B die Basis c d des andern Kegels A sich befindet, so kann man, indem man den über sie gehenden Riemen e f durch eine Gabel g h gehen läßt, durch Verschieben des Riemens e f mittelst der Gabel g h die Geschwindigkeit derjenigen Trommel, auf welche die kreisförmige Bewegung übergetragen wird, beliebig verändern. Sollte die Bewegungs-Veränderung stetig erfolgen, wo natürlich der Riemen e f allmählich fortgeschoben

Bl. 52. werden muß, so kann man dieses durch die Maschine selbst, mittelst der Anwendung einer excentrischen Scheibe (Herzscheibe) oder auch durch andere Mittel bewerkstelligen. Deßgleichen kann man, ohne ein solches Zwischenmittel zum Fortrücken des Riemens oder des Seiles anzuwenden, die stetige Bewegungs-Veränderung dadurch bewirken, daß man, Fig. 29. wie Fig. 29, die conischen Trommeln A und B mit schraubengangförmigen Riem- oder Seilläufen versieht, wobei aber das Band oder Seil o f keines ohne Ende seyn kann.

3. Zahn-Räder. Die Zahnräder, in der Abtheilung: Verzahnungen, so detaillirt behandelt, daß hierbei kaum etwas zu wünschen übrig bleiben dürfte, dienen zur Uebertragung oder Abänderung einer Bewegung sowohl im kleinsten Verhältnisse, wo strenge Genauigkeit eine unerläßliche Bedingung ist, wie bei den Zeitmessern, astronomischen Instrumenten ꝛc., als auch da, wo die überzutragenden Kräfte so groß sind, daß endlose Bänder und Ketten nicht mehr die nöthige Stärke und Dauer gewähren. Wie wir bereits dort angeführt haben, kann man durch Anwendung ungleicher und mehrerer Räder die Geschwindigkeit beliebig vergrößern oder verkleinern, deßgleichen eine Bewegung in einer und mehreren Ebenen fortpflanzen, indem man entweder cylindrische oder conische Räder anwendet. Hiebei haben wir gesehen, daß bei beiden Rädergattungen die Achsen in einer Ebene liegen, nur mit dem Unterschiede, daß sie bei den cylindrischen parallel zu einander sind, sich aber bei den conischen schneiden.

Außer diesen beiden Lagen der Achsen könnte noch der Fall vorkommen, daß sich dieselben weder schneiden, noch parallel zu einander sind, also in keiner Ebene sich befinden, sondern neben einander vorbeigehen. Obwohl man mittelst conischer Räder Bewegungen nach allen Richtungen fortzupflanzen im Stande ist, so haben Dyer aus Amerika und M'Dougall aus Yorkshire für diesen Fall, wo die Achsen neben einander vorbeigehen, eine eigene Gattung Räder worm-wheels, conoidische und hyperboloidische Räder genannt, erfunden. Da aber diese Räder, von welchen das eine nach einem Hyperboloide, mit Zähnen von doppelt krummen Flächen begränzt, gestaltet seyn muß, höchst schwierig in ihrer Construction und Ausführung und daher auch viel theurer, als gewöhnliche conische Räder kommen, außerdem noch mehr Reibung erzeugen als diese, so finden selbe um so seltener eine Anwendung, als sie durch die conischen Räder vollkommen ersetzt werden, weßwegen wir sie auch gar nicht aufgenommen haben.

4. Die archimedische Schraube, Gewinde oder Schraube Fig. 30. ohne Ende, Fig. 30, ist eine der vorzüglichsten Vorrichtungen zum Umsetzen

einer stetigen Kreisbewegung in eine andere der Art, und wird besonders da Bl. 32.
angewendet, wenn entweder mit einer kleinen Kraft eine große Last bewegt werden muß, oder wo eine sanfte aber langsame Kreisbewegung hervorzubringen ist. Die archimedische Schraube besteht aus zwei Theilen, nämlich aus einer, mit nur einigen Gängen versehenen, jedoch meistens stark steigenden Schraubenspindel **A B**, welche in Anwellen gelagert, mittelst einer Kurbel c oder einem Rade 2c. um ihre Achse gedreht werden kann, und aus einem gleichfalls in Anwellen so gelagerten cylindrischen Rade **C** (Stirnrad), daß die Achse des Rades **C** und die der Spindel **A B** rechtwinkelig über einander liegen, sich aber nicht schneiden, und daß ein Zahn d des Rades **C** zwischen zwei Gängen e und f der Spindel **A B** sich befindet. Genau genommen ist das Rad **C** eigentlich auch eine so vielfache Schraube, als Zähne auf ihm vorhanden sind und die Zähne nur Stücke dieser Schraubengänge, daher dieselben auch eine doppelte Krümmung erhalten, wobei ihr Neigungs-Winkel den der Gänge der Schraube **A B** zu 90^0 ergänzen muß. Da hiebei aber die Radzähne schwierig und, ohne eine eigene Maschine hiefür zu haben, nicht gehörig genau hergestellt werden können, so begnügt man sich, dem Rade in der Richtung seiner Achse eine geringere Dicke zu geben, und stellt die Zähne so schräg, daß ihre Seitenflächen an denen der Schraube **A B** tangiren. Die Abrundungen der Radzähne, so wie die der Schraubenfläche, werden dann ganz so construirt, wie bei einem in eine Zahnstange eingreifenden Rade (Abtheilung „Verzahnungen"). Im kleineren Verhältnisse, wo man sanfte Bewegungen braucht, wie bei astronomischen und mathematischen Instrumenten, findet die Schraube ohne Ende häufig Anwendung, und man gestaltet sie sehr zweckmäßig so, daß die Schraube **A B** eine scharfgängige ist, und sich in einer concav wulstförmigen Rinne, in der krummen Radfläche, in welche die entsprechenden Gänge eingeschnitten sind, bewegt.

Räder mit schiefen Zähnen, Fig. 31, sind eigentlich ganz das- Fig. 31.
selbe, wie die Schraube ohne Ende, also zwei so vielgängige Schrauben, als jedes Rad Zähne hat. Diese Räder werden im ganz kleinen Verhältnisse, besonders bei Fabriks-Maschinen allenthalben, ihres ruhigen Ganges halber mehr und mehr angewendet; allein im größeren Verhältnisse steht ihrem Gebrauche theils das Kostspielige ihrer Ausführung, so wie besonders das im Wege, daß bei ihnen gleitende Reibung in bedeutender Größe stattfindet, was auch bei cylindrischen und conischen Rädern, für welche gleichfalls schraubenförmige Gänge gebraucht wurden, gilt, und ihre Anwendung auf einzelne specielle Fälle beschränkt.

5. Das Universal-Gelenk, bereits in der Abtheilung Kuppelungen aufgeführt, findet vielfältig da Anwendung, wo eine Bewegung

Bl. 52. von einer auf eine andere, mit der ersten einen nicht zu großen Winkel einschließenden Welle übergetragen werden muß.

Fig. 32. 6. Zahnräder mit hohlen Wellen, Fig. 32, da angewendet, wo sich zwei Räder mit verschiedenen Geschwindigkeiten um eine gemeinsame Achse drehen müssen, wie bei dem Zeigerwerke von Uhren, Schrittzählern ꝛc., wo die Nabe des einen Rades durchbohrt ist, und die Achse des andern Rades sich in der durchbohrten Oeffnung umdreht, ohne ihre Bewegung dem ersten Rade mitzutheilen. In Fig. 32 ist A B das Rad mit der durchbohrten Nabe l m und E das andere Rad mit seiner, durch die cylindrisch durchbohrte Nabe l m gehenden Achse h k. Wenn auf einer zweiten Welle f g zwei andere Zahnräder C und D fest aufgesteckt sind, von welchen das eine C in das A B, und D in das andere E eingreifen, so können die Räder C und D den beiden andern A B und E eine willkürliche Bewegung um ihre gemeinschaftliche Achse h k mittheilen; oder wenn das Rad E die ursprüngliche Drehung hat, so kann selbes mittelst der Räder C und D dem Rade A B eine verlangte Umdrehung ertheilen.

Fig. 33. 7. Bewegung entfernter paralleler Wellen Fig. 33. Wenn eine Welle M durch eine mit ihr parallel liegende Welle C mit gleicher Winkelgeschwindigkeit umgedreht werden soll, wobei also die drehende Bewegung nur fortzupflanzen ist, so versieht man jede Welle mit parallelen Krummzapfen, Kurbeln C A und M B, und verbindet sie durch eine Stange A B (Stelze, Zugstange), deren Länge der Central-Linie C M gleich ist. Damit aber die Bewegung nicht unterbrochen wird, wenn die Warze A der Kurbel A C im weitesten Punkte D, oder in E sich befindet, gibt man jeder Kurbel noch einen Arm C D und M E (doppelte Kurbeln), welche mit jedem der ersten Arme M B und C A unter 90° stehen, wo man also auch statt einer, zwei Zugstangen gebrauchen muß. Um endlich die Stangen nicht schieben, sondern ziehen zu lassen, wendet man drei- und selbst vierfache Kurbeln an und gebraucht statt der Zugstangen Draht-Seile, mit Spann-Vorrichtungen versehen, damit selbe immer straff gehalten werden können, womit man Bewegungen auf 50′ und noch weiter fortpflanzen kann.

8. Watt's Laufgetriebe, Sonnen- oder Planeten-Rad, Fig. 34. Fig. 34, kann da angewendet werden, wenn die Umdrehungs-Zahlen von zwei parallelen Wellen C und M verschieden und in einem verlangten Verhältnisse zu einander stehen sollen. Die Construction ist folgende: das Laufgetriebe L N ist mit einer Zugstange A L, welche von der Kurbelwarze A des Krummzapfens C A ausgeht, fest verbunden, und greift in ein anderes, auf der Welle M fest aufgestecktes Zahnrad Q O. Beide

Räder QO und LN sind außerdem noch durch ein Gelenke BM von glei- Bl. 32. Fig. 34.
cher Länge mit der Kurbel AC so verbunden, daß ihre Mittelpunkte M und B stets gleich weit von einander entfernt und also beide Räder in gleichem Eingriffe erhalten werden. Wenn nun die Warze A des Krummzapfens AC von A nach D gekommen ist, so wird zwar auch die Achse B des Rades LN einen gleichen Bogen BE oder Winkel BME durchlaufen haben; allein das Rad OQ oder die Welle, auf welcher dasselbe aufsitzt, wird einen um so größeren Winkel durchlaufen haben, je größer das Verhältniß zwischen den Radien BO und MO der Zahnräder ist. Hätten daher beide Zahnräder gleich viel Zähne, so würde M doppelt so viele Umdrehungen als C haben. Hätte aber das Laufgetriebe LN die doppelte Zähne-Anzahl von QO, so müßte die Welle M dreimal so viel Umgänge machen als die Welle C.

9. Vorrichtungen für sehr langsame Kreis-Bewegungen. Fig. 35 und 36. AB und DE Fig. 35 und 35ª (Fig. 35 ist verticale, Fig. 35 und 35 a.
Fig. 35ª horizontale Projection) sind zwei nach einerlei, oder nach entgegengesetzten Richtungen, mit verschiedenen Geschwindigkeiten umlaufende conische Räder von gleicher Theilung, deren beide Achsen in der nämlichen wagrechten Geraden CO liegen, mit welcher auch die Achse eines cylindrischen Rades FG zusammenfällt. Dieses cylindrische, auf seiner Welle MN fest aufgesteckte Rad trägt zwischen seinem Kranze und der Nabe, und zwischen zwei von seinen Armen ein in die beiden ersten conischen Räder AB und ED eingreifendes conisches Rad AE, dessen Achse KZ, auf welche es fest aufgesteckt ist, diametral im cylindrischen Rade GF so liegt, daß einer der Wellzapfen K seine Anwellen zunächst dem Radkranze G, der andere Z aber sein Lager Z mehr gegen die Nabe des cylindrischen Rades GF hat. Gesetzt nun, die beiden Räder AB und ED bewegen sich nach einerlei Richtung um ihre Achsen CM und NO, so erhält das Rad AE in entgegengesetzten Punkten die Geschwindigkeiten v und v_1, und wird die entgegengesetzte Umdrehung zu bewirken suchen. Nimmt man aber nun an, daß das Rad AE in Folge dieser Geschwindigkeiten die Umdrehungs-Geschwindigkeit y annehme, und zugleich mit einer Geschwindigkeit x im Kreise um CO fortrücke, so wird $v = x + y$ seyn, und $v_1 = x - y$, demnach $x = \frac{v + v_1}{2}$ und $y = \frac{v - v_1}{2}$; es wird also in diesem Falle das Rad AE mit der halben Summe der Geschwindigkeiten der Räder AB und DE um CO umgehen und sich zugleich mit der halben Differenz um seine eigene Achse KZ drehen.

Bl. 32. Fig. 35 und 35 a. Drehen sich aber die Räder AB und DE nach entgegengesetzten Richtungen, so geht das Rad AE mit der Geschwindigkeit $\frac{v-v_1}{2}$ um CO um und dreht sich mit der Geschwindigkeit $\frac{v+v_1}{2}$ um seine eigene Achse KZ. Wenn nun das Rad AB, u und das Rad DE, u_1 Umdrehungen in der Minute macht, so wird demnach das Rad AE und somit auch $FG = \frac{u-u_1}{2}$ Umdrehungen um CO zurücklegen. Würde z. B. das Rad $AB = 10$ und $DE = 9$ Umdrehungen machen, so wird das cylindrische Rad FG nur $\frac{10-9}{2} = \frac{1}{2}$ Umdrehung machen.

Fig. 36. Die Vorrichtung Fig. 36, gleichfalls dazu dienlich, sehr langsame Kreis-Bewegungen zu bewirken, hat mit der eben beschriebenen große Aehnlichkeit, und besteht aus einem größern Rade AB mit inneren und einem anderen Stirnrade D mit äußeren Zähnen, welche beide eine gemeinschaftliche Achse M haben, aber mit verschiedenen Geschwindigkeiten v und v_1 und nach entgegengesetzten Richtungen, wie aus den Pfeilen ersichtlich, gedreht werden, welches mittelst einer Scheibe HK und zweier um diese und die Räder AB und D gelegte Schnüre ohne Ende geschehen kann. Auf die Achse E sind zwei Getriebe FG aufgesteckt, von welchen das eine in das Rad AB, das andere in D eingreift (in der Zeichnung ist nur eines der Getriebe FG sichtbar). Die beiden Achsen E und M sind durch ein Gelenke EM so mit einander verbunden, daß beide Getriebe FG immer in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte M und im steten Eingriffe mit AB und D gehalten werden, ohne ihre Drehung um die Achsen E und M zu verhindern.

Die entgegengesetzten Umfangs-Geschwindigkeiten v und v_1 von AB und D theilen sich dem Rade FG mit und sind Ursache, daß sich nun FG mit der Geschwindigkeit $\frac{v+v_1}{2}$ um seine Achse E und mit der Geschwindigkeit $\frac{v-v_1}{2}$ um die Achse M dreht, welche Drehung natürlich auch das Gelenk EM theilt, und welche durch dieses auf eine andere Welle übergetragen werden kann. Sind nun die Halbmesser MA und MD der Räder AB und $D = r$ und r_1, ist also die Centrallinie $ME = \frac{r+r_1}{2}$, so folgt die Umdrehungs-Zahl des Gelenkes ME

$$u_2 = \frac{30\,(v-v_1)}{\pi\,(r+r_1)},$$

oder wenn die Umdrehungszahl von $AB = u$ und die von $D = u_1$ gegeben ist

$$u_2 = \frac{r\,u - r_1\,u_1}{r+r_1}.$$

Wenn z. B. die Halbmesser r und $r_1 = 15$ und 16 Zoll messen, und die Umdrehungszahlen u und u_1 der Räder AB und D = 12 und 4 sind, so ist die Umdrehungszahl des Gelenkes Bl. 32. Fig. 36.

$$u_2 = \frac{15 . 12 - 16 . 9}{15 + 16} = \frac{36}{31}.$$

Wenn die Räder AB und D einerlei Theilung haben, so genügt ein Rad FG, welches dann von AB und D an entgegengesetzten Punkten zugleich ergriffen wird.

Man kann aber auch auf E zwei Räder von verschiedenen Halbmessern ϱ und ϱ_1 befestigen, von denen das eine von AB und das andere von D ergriffen wird. In diesem Falle geht aber E mit der Geschwindigkeit $v_2 = \frac{\varrho_1 v - \varrho v_1}{\varrho + \varrho_1}$ um M herum, und es ist demnach die Umdrehungszahl des Gelenkes EM $= w_2 = \frac{\varrho_1 r_1 u - \varrho r u_1}{\varrho_1 r + \varrho r_1}$.

10. Kreisbewegung mit veränderlicher Geschwindigkeit.

Räder, aus gezahnten Sectoren bestehend, Fig. 37 und Fig. 38. Man hat bei der Anwendung dieser Räder vor allem darauf zu sehen, ob die zwei Räder in gleicher Zeit eine Umdrehung machen sollen, oder ob ein Rad mehr Umdrehungen zu machen hat als das andere.

In Fig. 37 ist ein Fall der ersten Art angeführt, wobei jedes Rad Fig. 37. N und M aus drei Sectoren ABC und abc gebildet ist, wobei A mit a, B mit b und C mit c in Eingriff kommt. Die Sectoren A, B und C sind auf ihre Achse N und die Sectoren a, b und c fest auf ihre Achse M aufgesteckt, so daß immer die gleichbenannten in gleichen Ebenen mit einander liegen.

Die Sectoren A und a sind von gleichen Diametern, und haben also auch gleiche Centriwinkel und gleiche Winkelgeschwindigkeiten. Der Sector B hat einen doppelt so großen Radius, als der in ihn greifende b, und daher auch sein Centriwinkel und seine Winkelgeschwindigkeit nur halb so groß, als b; der Sector C hat nur einen halb so großen Radius, als der in ihn greifende c, und deßhalb auch einen doppelt so großen Centriwinkel und eine doppelt so große Geschwindigkeit, als c. — Geht nun das Rad N gleichförmig um, so wird das Rad M von ihm in den ersten drei Neunteln der Umdrehungszeit mit der einfachen, in den nächsten zwei Neunteln mit der doppelten, und in den letzten vier Neunteln mit der halben Winkelgeschwindigkeit bewegt werden. So kann man, wie in Fig. 38, vier Sectoren ABCD und abcd und noch mehr gebrauchen, je Fig. 38.

Bl. 32. nachdem die Geschwindigkeit verändert werden muß; allein bei dem Gebrauche dieser Sectoren findet immer der Uebelstand statt, daß bei Veränderung des Verhältnisses der Geschwindigkeit in dem Augenblicke, als zwei Sectoren wechseln, immer zwei Paar Sectoren im Eingriffe sich befinden, wodurch ein Klemmen in den Zähnen unvermeidlich ist; weßwegen sich diese Anordnungen auch nur mit sehr kleinen Zähnen und nur zu Uebertragnng geringer Kräfte eignen.

Fig. 39. Elliptische Stirnräder, Fig. 39. Wo es der Zweck erheischt, daß die Geschwindigkeit des einen Rades stetig verändert werden muß, kann man sich zweier, gleich großer elliptischer Stirnräder A und B Fig. 39 bedienen, wobei aber die Wellenachse eines jeden Rades durch einen der Brennpunkte C und D gehen muß.

Fig. 40. Viereckige Räder, Fig. 40. Dieser Räder haben sich zuerst Bancon und Donkin bei der von ihnen erfundenen Buchdrucker-Presse bedient, und könnten da angewendet werden, wo die Geschwindigkeit während einer Umdrehung mehr als ein Maximum und Minimum haben muß, was hier viermal stattfindet. Da jedoch sowohl bei diesen, als den vorhin genannten elliptischen Rädern die Zähne unter sich ungleich sind, und nie nach den, in der Abtheilung „Verzahnungen" gegebenen Regeln ausgeführt werden können, so ist ihre Anwendung sehr beschränkt und nur in Fällen zulässig, wo geringe Kräfte übergetragen werden müssen, und man die Zähne sehr klein machen kann.

Conische Räder mit Zähnen in Spiral- oder Schrau-
Fig. 41. ben-Linien, Fig. 41. Diese Räder, zuerst von Römer vorgeschlagen, können da angewendet werden, wo die Umdrehungs-Zahlen zweier Räder verschieden sind. Wegen der Umständlichkeit der Ausführung der Zähne dieser Räder, von welchen immer dasjenige Paar gleich seyn muß, welches mit einander in Eingriff kommt, dürften dieselben eine sehr beschränkte Anwendung finden.

Excentrische Stirnräder, Fig. 42 und 43. Wenn bei
Fig. 42. Rädern eine ungleichförmige Winkelgeschwindigkeit stattfinden soll, so kann man eine Anordnung, wie Fig. 42, treffen, wo ein Rad B excentrisch auf seiner Welle M, ein zweites Rad A aber concentrisch auf seiner Welle C aufgesteckt ist. Die Pfanne C des Rades A ist beweglich, und wird durch eine Schnur mit einem Gewichte, oder wie hier gezeichnet, durch eine Feder DC so nach dem Achsen-Mittelpunkte M des Rades B hingedrückt, daß beide Räder stets im Eingriffe bleiben. Da es aber selten gut thut, wenn ein Rad wie A mit seiner Welle C während der Drehung sich hin- und her bewegt, so müßte man jedenfalls noch mit der Achse C ein Universalgelenk verbinden. Um aber dieses zu ersparen, kann man das Ganze,

wie in Fig. 43, so anordnen, daß man zu den zwei Rädern A und B Bl. 32. Fig 43.
noch ein drittes E, dessen Achse fest liegen bleibt, hinzufügt, und dieses Rad E durch ein Gelenk CD verbindet, so daß A und D in einander greifend, stets in gleicher Entfernung CD von einander gehalten werden. Man kann dann auf das Gelenk CD ein Gewicht oder eine Feder wirken lassen, so daß das Rad A immer gegen den Mittelpunkt M des excentrischen Rades B gedrückt wird, ohne mit E außer Eingriff zu kommen.

Excentrische Kronräder, Fig. 44. Zu gleichem Zwecke Fig. 44.
und mit mehr Vortheil können statt der Stirn-, excentrische Kronräder angewendet werden, wobei man die Vorrichtung zur Erhaltung des Eingriffes der Räder noch erspart. In Fig. 44 ist A ein solch excentrisches Kronrad, welches in ein langes Getriebe B eingreift, dessen erste Zähne sich im Mittelpunkte C des Kronrades schneiden. Erhält nun das Getriebe B eine gleichförmige Bewegung, so wird A eine ungleichförmige Winkelgeschwindigkeit erhalten, welche genau genug der Enfernung der vom Getriebe B ergriffenen Zähne von der Umdrehungs-Achse C proportional angenommen werden kann; bewegt sich hingegen das Kronrad A mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit, so erhält das Getriebe B eine in einer bestimmten Zeit wachsende und wieder abnehmende Umdrehungs-Geschwindigkeit.

Nennt man den größten Radius des Kronrades R, den kleinsten r und die Zahnlänge l, so muß die Getrieblänge wenigstens $R - r + l$ seyn, damit sowohl die Zähne am größten, als auch die am kleinsten Halbmesser ungehindert eingreifen können.

B. Verwandlung der fortgehenden in absetzende Bewegung.

Blatt 33 Fig. 45—82 und Blatt 34 Fig. 83—132.

§. 185.

a. Die geradlinig fortgehende Bewegung in geradlinig absetzende.

Man kann die geradlinig fortgehende Bewegung entweder unmittel- Bl. 33.
bar in geradlinig absetzende Bewegung, oder mittelbar in eine solche verwandeln, indem man selbe zuerst in eine Kreisbewegung umändert. Wir werden später auf diese zurückkommen und wollen uns jetzt mit einigen Beispielen von ersterer befassen.

Fig. 45 Blatt 33. Eine auf Frictionsrollen a b oder zwischen einer Fig. 45.
anderen Leitung geradlinig fortgehende Stange A B trägt an ihrer oberen Seite prismatische Hervorragungen, Kerben, Zähne rc., A C D und D E D, welche auf eine andere zwischen Scheiblatten c d bewegliche, unten mit einer Frictionsrolle versehene Stange M N wirken und dieser eine auf- und niedergehende Bewegung mittheilen, sobald die erste Stange AB

Bl. 33. Fig. 45. geradlinig fortbewegt wird. Würde die Stange MN nicht selbst schon ein Bestreben haben, gegen AB zu drücken, so müßte man dieses durch Gewichte und Federn bewirken, außer diesem kann man sich der Vorrichtungen Fig. 46 und 47 bedienen.

Fig. 46. Fig. 46. Die geradlinig fortgehende Stange AB hat an ihrer Seitenfläche eine vertiefte, zickzackförmige Nuthe EFGH, in welche ein am Ende der Stange MN befestigter Stift oder eine Frictionsrolle z paßt.

Fig. 47. Fig. 47. Hier sind auf der Seitenfläche der Stange AB überstehende, nach einer Seite krummlinig begränzte schiefe Flächen C, D, E, F und G, welche abwechslungsweise auf die mit der Stange MN verbundenen Frictionsrollen O und P wirken und die Stange MN in eine hin- und hergehende Bewegung versetzen. Die Bewegung der Stange MN kann gleichförmig bewirkt werden, wenn die hier krumm gezeichneten Flächen, welche auf die Frictionsrollen OP wirken, gerade gemacht werden; in einem andern Falle aber muß die Krümmung dem Gesetze der Bewegung entsprechen.

Fig. 48. Fig. 48 ist eine Vorrichtung, mittelst welcher die geradlinig fortschreitende Beweguug durch eine Kreisbewegung in eine geradlinig fortschreitende wiederkehrende Bewegung umgesetzt wird. — Eine Stange AB, von welcher die geradlinige Bewegung ausgeht, ist abwechslungsweise auf beiden Seiten mit Zähnen versehen, und es drehen die Zähne der oberen Seite ein Rad C in der Richtung DE um seinen Mittelpunkt m, während die untern Zähne der Stange AB ein Rad F in der Richtung FG um seinen Mittelpunkt M drehen, während das erste Rad C außer Eingriff mit der Stange AB steht. Beide Räder C und F greifen in eine Zahnstange LK und es wird, nachdem das Rad C die Stange LK nach aufwärts bewegte, das Rad F sie nach abwärts schieben.

§. 186.

b. Verwandlung der geradlinig fortgehenden Bewegung in kreisförmig absetzende.

Auch hier verwandelt man die geradlinig fortgehende Bewegung zuerst in kreisförmig fortgehende und leitet erst aus dieser die kreisförmig absetzende ab, worüber noch Beispiele folgen. Man hat übrigens auch Mittel, durch welche die Verwandlung unmittelbar bezweckt werden kann, von welchen wir sogleich einige aufführen wollen.

Fig. 49. Fig. 49 ist ähnlich der in Fig. 48 gegebenen Vorrichtung und besteht aus einer, abwechslungsweise mit gegenüberstehenden Zähnen versehenen Stange AB, von welcher die geradlinige Bewegung ausgeht, und in welche zwei Zahnräder C und F, und gleichzeitig auch in den

gezahnten Sector K L eingreifen und diesem eine kreisförmige absetzende, Bl. 33.
oder hin- und hergehende Bewegung ertheilen.

Fig. 50 ist der auf der Scheidlatte a b oder Frictionsrollen geradlinig bewegte Theil A B, wie in Fig. 45, mit prismatischen, durch Ebenen begränzten Kurven A C D und D E B versehen, welche durch eine Frictionsrolle z auf einen, seinen Drehpunkt in M habenden Arm L M wirken und diesen in kreisförmig hin- und hergehende Bewegung versetzen. Es könnte die Bedingung gestellt werden, daß die von der Stange A B ausgehende, gleichförmig geradlinig fortgehende Bewegung in kreisförmig absetzende gleichförmige Bewegung an der Stange L M umgesetzt würde, in welchem Falle die Begränzungsfläche A C D und D E B aber keine Ebenen, sondern Stücke von cylindrischen Flächen von besonderer Form werden müssen. Es sey A B Fig. 51 der Weg der krummen Fläche, und A C der Weg des Hebels M A, so theilt man den Bogen A C, welchen der Endpunkt A des Hebels M A beschreibt, in eine beliebige Anzahl gleicher Theile I, II, III, IV, und ebenso den Weg A B der krummen Fläche in die nämliche Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3 und 4. Man nimmt nun von A B den Theil A 1, und trägt ihn von I nach a; dann A 2 von II nach b, A 3 von III nach c und endlich A 4 von IV nach d, und verbindet die so erhaltenen Punkte A, a, b, c, d mit einander, so ist die so erhaltene Curve diejenige, nach der jene cylindrische Fläche gekrümmt werden muß, welche den Hebel M A von A nach C, als den höchsten Punkt, gleichförmig bewegt. Soll das Herabsinken des Hebels von C nach A in der nämlichen Zeit geschehen, in welcher er bis nach C gekommen ist, so kann dieses auch nur auf einer ähnlichen krummen Fläche stattfinden, deren Krümmung man erhält, indem man A 1 von III nach a′, dann A 2 von II nach b′, A 3 von I nach c′ aufträgt und C, a′, b′, c′ und B mit einander verbindet.

Fig. 52. Zur Verminderung der Reibung versieht man den Hebel M A in A mit einer Frictionsrolle z, wo dann aber die krumme Fläche nicht mehr nach der in Fig. 51 construirten und in Fig. 52 übergetragenen Curve d c b a A c′ b′ a′ IV, sondern nach der Curve D E F G H I gemacht werden muß, welche parallel mit ersterer und zwar in der Entfernung des Halbmessers der Frictionsrolle z gezogen wird.

Fig. 53. Wenn ein bewegter Theil einem in Ruhe befindlichen oder sich mit geringerer Geschwindigkeit bewegenden Theile central begegnet, so treten allemal Stöße ein; welche meist nachtheilig auf eine Maschine einwirken oder doch unnütz Kraft in Anspruch nehmen; um dieses in den vorhin in Fig. 51 und 52 aufgeführten Fällen zu umgehen, construirt man diese schiefe Fläche, welche dem Hebel A M die Bewegung mittheilt,

Bl. 33. so daß diese Bewegung eine gleichförmig beschleunigte wird, bis A nach dem höchsten Punkte C gekommen ist, von wo man ihn dann in einer gleichförmig verzögerten Bewegung in seine tiefste Stelle A kommen läßt.

Fig. 53. Es sey A C Fig. 53 der Bogen, welchen der Hebel M A, und die Gerade C B die Länge des Weges, welche die schiefe Fläche zu durchlaufen hat; man theilt C B in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, hier in acht Theile I, II, III — VIII; das Bogenstück A C theilt man in zwei gleiche Theile A D und C D, und jeden dieser Theile in die halbe Anzahl Theile von C B, also in vier Theile, die sich aber zu einander verhalten, wie 1 zu 3 zu 5 zu 7, und zieht durch diese Theilpunkte parallele Gerade zu C B. Man trägt nun auf diese Parallelen von dem Theile 1, 3, 5 des Bogens A C angefangen, und zwar von 1 nach a C I, von 3 nach b C II, von 5 nach c C III und s. f. und vereiniget die Punkte A, a, b, c, D, c′ b′ a′ B miteinander, so erhält man die Gestalt der schiefen Fläche, welche der obigen Bedingung entspricht.

§. 187.

c. Verwandlung der kreisförmig fortgehenden Bewegung in geradlinig wiederkehrende.

Fig. 54 55. 1. Excentrische Scheiben. Wenn wie in Fig. 54 und Fig. 55 ein Prisma oder ein allgemeiner Cylinder A B C D mittelst einer, mit seinen geraden Seiten parallelgehenden Achse M so gelagert wird, daß er einer Drehung um diese fähig ist, und ein in gerader Richtung beweglicher, durch Scheidlatten c c und d d sonst fixirter Theil, Stange E F, durch sein eigenes oder ein anderes Gewicht, oder überhaupt durch irgend eine Kraft gegen den Cylinder A B C D hingezogen wird, so wird der Theil E F in eine geradlinig wiederkehrende Bewegung versetzt werden, sobald das Prisma oder der allgemeine Cylinder A B C D eine Kreisbewegung erhält. — Der prismatisch oder cylindrisch geformte Theil A B C D heißt ein Excentricum oder excentrische Scheibe, deren man mehrere hat, von welchen wir die wichtigsten kennen lernen wollen.

Fig. 56. Fig. 56. Es ist hier die Aufgabe, die Stange E F, während dem sich das Excentricum E A B gleichförmig um den Winkel E M A um seine Achse M dreht, in der geraden Linie E F und um den Weg, E F gleichförmig fortzuschieben. Man theilt den Hub E F in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3, 4; beschreibt aus M mit dem Radius M E einen Kreis E IV B.; [deßgleichen durch F als den höchsten Hubpunkt einen Kreis F A, bis er den Schenkel M A des gegebenen Winkels F M A in A schneidet; theilt den, durch den niedrigsten Hubpunkt E be-

schriebenen Kreis von E angefangen, bis wo er von dem Schenkel A M geschnitten wird, was hier in C geschieht, in die gleiche Anzahl gleicher Theile I, II, III, IV; zieht Radien durch diese und beschreibt aus M durch die Theile 1, 2, 3 und 4 Kreise, bis die gleichbezeichneten Radien in den Punkten a b c und A geschnitten werden; durch die Vereinigung dieser Punkte erhält man die Curve A c b a E, archimedische Spirallinie genannt, nach welchen das Excentricum gestaltet, die gegebene Aufgabe gelöst wird. Würde zu dieser Aufgabe noch diese hinzugefügt, daß die Stange E F, wenn sie den Weg E F zurückgelegt hat, auch wieder gleichförmig in ihre erste Lage zurückgleitet, während sich das Excentricum um den Winkel A M B gleichförmig umdreht, so theilt man den Bogen IV B in die gleiche Anzahl Theile I,' II,' III,' IV, in welche E F getheilt wurde, zieht Radien von M und beschreibt Kreise aus 1, 2, 3, 4, bis sie die mit entsprechenden Zahlen bezeichneten Radien in c', b' a' schneiden, wo man dann durch Vereinigung dieser Punkte die Curve A c' b' a' B als diejenige erhält, nach welcher dieser andere Theil des Excentricums gemacht werden muß. Man ersieht aus der Construction dieser Curve, daß gleiche Wege der in der Richtung E F wirkenden Widerstände gleichen Umdrehungswinkeln des Excentricums entsprechen, wobei also auch Kraft und Last, ohne Rücksicht auf Reibung, dieselben seyn müssen. Bl. 33. Fig. 56.

Fig. 57. Man stellt die Bedingung, daß die Stange E F von dem Excentricum E a b c A allmählich in Bewegung gesetzt werden soll, und bei dem durchlaufenen Winkel E M A des letztern, die Stange den vollen Hub E F gemacht habe. Man theilt den Bogen E C in eine beliebige Anzahl gleicher Theile I, II, III, IV und zieht Radien von M; man theilt den ganzen Hub E F in dieselbe Anzahl Theile 1, 3, 5, 7, die sich aber zueinander verhalten, wie 1 zu 3, zu 5, zu 7, und beschreibt durch diese Theilpunkte Kreise aus M, bis sie die mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien schneiden, wo man durch Vereinigung der sich ergebenden Punkte die Curve A c b a E erhält. Auf ähnliche Weise construirt man dann auch den andern Theil des Excentricums, wenn, wie im vorigen Falle, die Stange E F auch wieder allmählich auf den niedrigsten Hubpunkt E zurückzubringen wäre. Fig. 57.

Fig. 58 und Fig. 59. Es kommen oft Fälle vor, wo die bewegte Stange E F nicht von selbst wieder in ihre erste Lage zurückgeht; in diesen Fällen wendet man dann entweder Gegengewichte oder Federn an, oder man bedient sich solcher, oder ähnlicher Vorrichtungen wie Fig. 58 und 59. In Fig. 58 hat die Scheibe an ihrer einen geraden Seite, oder auch an beiden Seiten eine krummlinige rund herumlaufende vertiefte Spur Fig. 58 und 59.

Bl. 33. A B C D, in welcher dann die an der Stange E F befindliche Frictionsrolle z läuft und durch die Stange dann hin- und hergezogen wird.

Fig. 59. Fig. 59. An einer Welle M sind zwei excentrische Scheiben A B C und D G H in der Gestalt von vier Daumen, welche abwechselnd auf die, in der zu bewegenden, die Welle bügelförmig umgebenden Stange E F befindlichen Frictionsrollen y und z wirken und so die hin- und hergehende Bewegung bewirken.

Die Herzscheibe oder das herzförmige Excentricum, Fig. 22 Blatt 13 gezeichnet.

Excentricum, oder doppelt excentrisch symmetrische Scheibe, durch welche ein Punkt geradlinig allmählich bewegt wird und allmählich wieder in Ruhe übergeht, wobei die Bewegung gleichförmig beschleuniget, und dann wieder gleichförmig verzögert wird, wurde auf Blatt 13 Fig. 23 gezeichnet.

Kreis-Excentricum. Wenn ein Kreis-Cylinder um eine andere Achse, als seine eigentliche, mit dieser aber parallelen Achse umzudrehen vorgerichtet ist, so nennt man diese Vorrichtung ein Kreis-Excentricum. Das Kreis-Excentricum kann, wenn nicht Gleichförmigkeit der Bewegung vorgeschrieben ist, ganz wie die Herzscheibe angewendet werden, wie dieses auch häufig geschieht; in vielen Fällen aber muß die Anordnung so getroffen werden, daß, wie in Fig. 58 und 59, die Stange E F nicht bloß fortgeschoben, sondern auch wieder zurückgezogen wird, wie bei den meisten jetzt üblichen Steuerungen der Dampfmaschinen. In solch
Fig. 60. einem Falle wendet man das Kreis-Excentricum in der Art, wie Fig. 60 an; es ist hier in der krummen Fläche, der Scheibe B C eine Spur, Nuth, eingedreht, in welche ein aus zwei Theilen zusammengesetzter Ring (Zaum) eingelegt ist, welcher mit geringer Reibung in der Nuth der Scheibe beweglich ist. Mit dem Ringe ist ein Bügel G F H verbunden, welcher durch ein Gelenk bei K mit der Schub- oder Zugstange E F in Verbindung steht.

Fig. 61. 2. Der Krummzapfen Fig. 61. Mittelst des Krummzapfens (Kurbel) kann man eine Kreisbewegung in eine geradlinig fortschreitend wiederkehrende Bewegung umsetzen, indem man die Warze A der Kurbel M A in einem Schlitze B C der Stange F F laufen läßt. Die Bewegung der Stange geschieht aber hier mit zunehmender und abnehmender Geschwindigkeit, was übrigens in der Anwendung selten genirt. Indem man dem Schlitz B C eine krummlinige Gestalt gibt, kann man die Bewegung der Stange E F gleichförmig bewirken.

Fig. 62. In Fig. 62 ist die Construction derjenigen Curve dargestellt, nach welcher der Schlitz oder die Nuth B C geformt seyn müßte, wenn diese

Bedingung erfüllt werden sollte. A B ist der Hub, A C B D A der Bl. 53.
Kreis, welchen die Kurbelwarze A macht; man theilt den ganzen Hub A B in eine beliebige Anzahl gleicher Theile I, II, III, — VIII, und den halben Umkreis A C B in die nämliche Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3—7, VIII, zieht von diesen letzten Theilpunkten Parallele zur Hublinie A B und trägt A I. von 1 nach a, A II. von 2 nach b, A III. von 3 nach c u. s. f. und verbindet die Punkte A a b c d e f g A, so ist die so erhaltene Curve die gewünschte, welche auf gleiche Weise auf der anderen Seite erhalten wird. Da aber die Kurbelwarze A ein Cylinder ist, dessen Stärke die Schlitzweite entsprechen muß, so beschreibt man mit dem Radius der Warze aus den construirten Punkten Kreise, und zieht an diese eine äquidistante Curve parallel zu der construirten, Fig. 63. Fig. 63.

3. Anwendung des Excentricums, wenn die Richtung der geradlinigen Bewegung rechtwinkelig gegen die Achse der drehenden Bewegung liegt, ohne sie zu schneiden.

Wenn, wie in Fig. 64 die Entfernung E D der bewegten Stange Fig. 64.
D G von der Achse M des Excentricums nicht groß ist, so kann man sich bei einer jeden der Vorrichtung bedienen, die von Fig. 54 an bis zu Fig. 63 dargestellt sind, indem man nur, wie hier in Fig. 64, die bewegte Stange D G mit Querstücken I und II mit der, von dem Excentricum bewegten Stange E F verbindet; will man aber dieses nicht thun, oder ist die Entfernung E D zu groß, so muß das Excentricum eine andere Gestalt erhalten.

Fig. 65 ist ein solcher Fall, wo E F die Richtung der zu verschie- Fig. 65
benden Stange, E F der Hub und E die tiefste Stelle der Stange ist; M ist die Achse des Excentricums, dessen Bewegung gleichförmig ist, B M A ist der Winkel, um welchen sich die Welle dreht; es soll nun die Form des Excentricums bestimmt werden, durch welches die Stange E F gleichförmig gehoben wird, und ebenso wieder in seine erste Lage zurückgeht. — Man fällt von M einen Perpendikel M E auf die Richtung E F der Stange und beschreibt mit M E einen Kreis; man theilt nun den Bogen E B A in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3 — E und zieht von diesen Punkten Tangenten an den vorhin beschriebenen Kreis; E F theilt man in die nämliche Anzahl Theile I, II, III — VI und macht die Tangente 1 gleich einem Theile E I des Stangen-Weges, die Tangente 2 gleich zwei Theilen E II u. s. f., so erhält man in a, b, c — F Punkte, deren Vereinigung die Begränzung des Excentricums geben. Auf gleiche Weise erhält man auch den andern Theil A, a′ b′ — F des Excentricums, auf welchem die Stange

Bl. 33. Fig. 65. gleichförmig in ihre erste Lage zurückgehen kann. Es ist einleuchtend, daß die Stange E F auf die so eben construirte Fläche um so schiefer drückt, je größer die Differenz der gleichzeitigen Wege I II, II III ꝛc. der Stange E F und der Theile A. 1, 1. 2. ꝛc., der Theile des Grundkreises A B A' ist. Werden aber diese Wege gleich gemacht, so geschieht der Druck winkelrecht auf die Fläche des Excentricums, und es nimmt dieses die Last der Stange vollständig auf. In diesem Falle wird dann die Abrundungs-Curve eine Kreis-Evolvente, wie bei den Blatt 13 Fig. 21 aufgeführten Daumen für Pochwerke.

Fig. 66. Fig. 66 ist E F die Stange, C IV der Hub, gleich dem Bogen C, 3, 2, 1, A des Grundkreises, welcher, so wie C IV in gleiche Theile getheilt ist; an die Theilpunkte 1, 2, 3, C werden Tangenten gezogen, und die Länge der Tangente 1 = 1 A, die der Tangente 2 = 2 A u. s. f. gemacht, wo dann A a b c N die in der Kreis-Evolvente liegenden Punkte geben; würde eine Frictionsrolle z gebraucht, so wird in der Entfernung des Halbmessers IV d' eine Curve a' b' c' d' mit ersterer parallel gezogen und nach dieser das Excentricum, vielmehr die Daumen abgerundet.

Fig. 67. Fig. 67. Eine Vorrichtung, mittelst welcher auch die rückgängige Bewegung auf den, nach der Kreis-Evolvente gekrümmten Daumen, gleichförmig stattfindet; diese Vorrichtung besteht aus zwei, durch ein Querstück I K miteinander verbundenen Stangen E F und G H, zusammen Gatter genannt, welches durch Scheidlatten c d geradlinig geleitet wird; auf der Mitte M N des Gatters ist eine Welle M gelagert, welche mit vier Daumen A B C und D versehen ist, von welchen A und B in einer Ebene mit der Stange E F des Gatters und C und D in einer zweiten, mit der anderen Stange G H gleichen Ebene liegen, so daß, während sich die Welle nach der Richtung des Pfeiles gleichförmig bewegt, der Daumen L B auf die Stange E F wirkt und das Gatter in die Höhe hebt, dasselbe durch die Stange G H auf dem, hinter den eben erwähnten Daumen, C L wieder in seine erste Lage zurückkehrt, wo hierauf durch den, auf E F neuerdings wirkenden Daumen O A das Gatter wieder gehoben, und wenn selbes seinen höchsten Hubpunkt erreicht hat, auf den Daumen D wieder zurückgeht.

Fig. 68. Fig. 68. Hätte das Gatter kein selbstständiges Bestreben, nach rückwärts zu gehen, so kann man mit der verlängerten Stange E F des Gatters noch ein Stück S T verbinden, auf welches dann, wenn selbes durch einen der Daumen Q C auf den höchsten Hubpunkt gebracht ist, der in der zweiten Ebene liegende Daumen L B wirkt und wieder nieder drückt, worauf der Daumen P A es wieder in die Höhe hebt, und der Daumen R D es wieder in seine tiefste Lage drückt.

Fig. 69. Construction eines Excentricums, durch welches eine geradlinig gleichförmig veränderte Bewegung bezweckt wird. Es sey E F der Hub und E M A der Umdrehungswinkel der Welle, welcher E F entspricht, so beschreibt man mit M F als Radius einen Kreisbogen F B aus M, theilt A E in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, A I, II — E und E F in Theile, die sich zu einander verhalten, wie 1 zu 3 zu 5 und 7 ꝛc.; dann schneide man mit E F aus A, I, II, III an dem erst beschriebenen Kreis F B die Punkte B, a, b, c, ab, und ziehe B A, a I, b II, ꝛc. und trage auf diese Linien und zwar auf I a von I, E 1; auf II b von II, E 3 u. s. f. und vereinige die so erhaltenen Punkte a′ b′ c′ und F, wodurch man die krummlinige Begränzung erhält. Bl. 11. Fig. 11

Diese Construction gewährt den Vortheil, daß beim Angreifen des Punktes A die Stange keinen Stoß erleidet, indem dieser Angriff erst allmählich erfolgt; allein es geschieht auf Kosten einer größeren Reibung; man hat daher für jeden gegebenen Fall wohl zu überlegen, ob durch die Reibung oder durch den Anstoß ein größerer Kraft-Verlust entsteht, und stets jene Construction auszuwählen, bei welcher der kleinste Kraft-Verlust stattfindet.

Fig. 70. Excentricum, durch welches ein Punkt allmählich geradlinig bewegt und so wieder in seine erste Lage gebracht wird. — E F ist der Hub, A M E der dem Hub entsprechende Umdrehungswinkel; man halbirt den Hub E F in K und theilt jede Hälfte E K und F K in Theile 1, 3, 5, ꝛc., die sich zu einander verhalten, wie 1 zu 3, zu 5, zu 7, ꝛc.; deßgleichen halbirt man den Bogen E A und theilt jede Hälfte E D und A D in dieselbe Anzahl gleicher Theile E, I, II, III, D und A, I, II, III, D, in welche man jede Hubhälfte E K und K F getheilt hat, beschreibt aus M durch F einen Kreis und schneidet auf diesen mit E F aus A, I. II. ꝛc. die Punkte B, a, b, c ꝛc. ab, zieht von hier aus die Gerade B A, a I, b II u. s. f. und trägt von E die Theile des Hubes E, 1. von I nach a′, E, 3 von II nach b′, E, 5 von III nach c′ u. s. f., so erhält man F a′ b′ c′ G c′ b a′ A als Curve, durch welche die Stange E F allmählich bis zum höchsten Hubpunkte F erhoben wird. — Auf gleiche Weise construirt man die Curve F G′ A′, auf welcher die Stange erst beschleunigt, und dann verzögert herabgleitet. Fig. 70.

Hieher gehört auch die doppelt excentrische symmetrische Scheibe Blatt 13 Fig. 23.

Fig. 71 ist eine gleichfalls noch als Excentricum anzusehende Vorrichtung, und besteht aus einem cylindrischen Rade B, in dessen geraden Seitenflächen eine Spur Nuth, A C aber excentrisch mit der Achse M eingedreht ist, in welche ein mit der Stange E F verbundener Stift D Fig. 71.

Taf. 33. Fig. 71. hineinpaßt. Durch die Drehung des Rades B wird der Stift D bald gegen den Mittelpunkt M hingezogen, bald von ihm weggeschoben werden, und die Stange E F so genöthigt seyn, eine hin- und hergehende Bewegung anzunehmen, deren Geschwindigkeit von der des Rades B und der Gestalt der Spur A C abhängt.

4. Durch Vermittelung absetzender Kreis-Bewegung.

Fig. 72. Fig. 72. Ein Rad A B, von welchem die fortgehende Kreisbewegung ausgeht, hat eine Warze D, welche in einem Schlitze der Stange C G gleitet, welche mit der verschiebbaren Stange E F durch einen Bolzen G verbunden ist. Die Stange E F ist fixirt durch Leitungen c d, während die Stange C G mit ihrem Schlitze an einem festen Bolzen C gleiten kann, und so, während die Warze D auf sie wirkt, auch die Stange E F bei einem Umgange des Rades A B einen Hin- und Hergang macht, wobei aber die Bewegung der Stange E F ungleichförmig ist.

Fig. 73. Fig. 73. Ein Kreis-Excentricum A B dreht sich um seine Achse M N und wirkt auf einen, seinen Drehpunkt in E habenden Hebel C F durch die Frictionsrolle z. Der Hebel C F hat an seinem Ende F einen Kreis-Sector, dessen Mitte E ist, und an welchen eine Schnur oder Kette F Q mit einem Gewichte Q befestiget ist, welches eine geradlinig wiederkehrende Bewegung erhält.

Fig. 74. Fig. 74 ist eine ähnliche Vorrichtung wie Fig. 72, und besteht aus einem an seinem einen Ende einen Sector G B H tragenden Hebel C B, der seinen Bewegungspunkt in C hat; von einer Kurbel A M geht die fortgehende Kreisbewegung aus, und wird durch die Kurbelwarze A, welche in einem Schlitze des Hebels C B gleiten kann, auf den Hebel übergetragen, der nun eine kreisförmig fortschreitend wiederkehrende Bewegung erhält, welche in geradlinig wiederkehrende einerseits bei der in Leitungen c d gehenden Stange E F dadurch umgesetzt wird, daß in E F ein fester Stift D angebracht ist, auf welche der bei D mit noch einem Schlitze versehene Hebel C B wirkt; anderseits wird auch die am Ausweichen durch eine Frictionsrolle e verhinderte Stange I K mittelst der am Sector G B H und der Stange I K befestigten Ketten eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung erhalten.

5. Excentrische Scheibe mit oscillirendem oder schwingendem Hebel.

Fig. 75. Fig. 75. Ein Excentricum A B C, dessen Achse M ist, setzt einen an einem Ende mit einer Frictionsrolle z versehenen Hebel z D G H in

schwingende Bewegung, und dieser gibt durch den an seinem andern Ende Bl. 33. Fig. 75.
befindlichen Zahnsector oder Zahnkrümmling G H der Zahnstange E F, welche durch Leitungen oder Frictionsrollen e e am Ausweichen von der Seite verhindert ist, eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung.

Fig. 76. Hier ist an einer Welle M ein Kreuz mit 4 Frictions- Fig. 76
rollen A B C D, welche auf den Winkelhebel H G I K wirken, an welchen die Stange E F durch eine, sich auf den am Winkelhebel befindlichen Kreissector I K auf- und abwickelnde Kette angeschlossen ist. Es wird vorausgesetzt, daß die Stange E F das Bestreben hat, immer in ihre erste Lage zurückzukehren.

6. Zahnrad mit gezahnter Stange.

Fig. 77. Wenn eine Stange E F durch ihr eigenes Gewicht oder Fig. 77.
irgendeine Kraft eine rückgängige Bewegung annimmt, so kann selbe, indem man sie mit einer Reihe von Zähnen C versieht, und in ein mit einer oder zwei Reihen, A und B, Zähnen versehenes Rad in Eingriff bringt, in eine geradlinige Bewegung versetzt werden.

Fig. 78. Durch Anordnung von zwei, theilweise verzahnten Rä- Fig. 78.
dern A und C, deren Achsen M N so gekuppelt, daß beide Räder in gleicher Zeit gleiche Umdrehungen annehmen, und so im Eingriffe gesetzt sind, daß, während das eine Rad die Zähne der Stange ergreift, das andere sie bereits verlassen hat, was, wie die Pfeile andeuten, eine entgegengesetzte Umdrehung der Räder erheischt, erhält die Stange E F eine hin- und hergehende Bewegung.

Fig. 79. Hier ist derselbe Zweck durch ein einziges, zur Hälfte Fig. 79.
gezahntes Rad A M erreicht. Die hin- und herzubewegende Stange E F theilt sich in der Nähe dieses Rades in zwei das Rad umschließende gezahnte Theile C B und D H.

Fig. 80. Hier ist das Rad M vollständig verzahnt, allein es ist Fig. 80.
dessen Zapfenlager M in einer Spur A H verschiebbar. Die verzahnten Theile D G und C B der Stange E F sind aber durch verzahnte Quadranten, wie D N C und G B vom Rade M, und aus einem geraden Stücke L N zusammengesetzt, dessen Länge dem Wege gleich ist, welchen das Zapfenlager M machen muß, um das Rad aus den Zähnen der einen Stange zwischen die Zähne der andern zu schieben. Es wird einleuchtend, daß das Rad M, so wie es an das eine oder andere Ende des gezahnten Raumes gelangt, mit einer Kraft nach der entgegengesetzten Seite dieses Raumes gedrückt wird, welche der Kraft vom Umfange des Rades gleich gesetzt werden kann, und also die Verschiebung wirklich statt-

Bl. 33. findet, wenn die Reibung des Lagers in ihrer Spur A H diese Kraft nicht übertrifft.

Fig. 81. Fig. 81 unterscheidet sich von der Fig. 80 eben beschriebenen Vorrichtung bloß darin, daß, während in Fig. 80 das Rad M innerhalb des gezahnten Theiles B C D G läuft, sich dasselbe hier in Fig. 81 außerhalb herumbewegt. Damit sich aber das Rad M hier beim Wechsel der Bewegung von der einen Seite G D des verzahnten Theiles sogleich auf die andere Seite B C begibt, sind zwei Federn K und L vorhanden, an welche zwei mit der Stange E F fest verbundene Zähne, Daumen I und H am Ende des Weges stoßen und die Zahnstange gegen das Rad drücken, damit beide miteinander im Eingriffe bleiben.

Fig. 82. Fig. 82. Eine den beiden zuletzt beschriebenen bei weitem vorzuziehende Vorrichtung ist die Fig. 82. — Hier ist nämlich, um die Seitenbewegung des Rades M gegen die Stange E F möglichst zu verringern, diese mit vorstehenden cylindrischen Triebstöcken B I versehen, welche die Zähne vertreten. Die Stange hat an ihren beiden Enden halbkreisförmige Spuren G H und C D, in welchen das cylindrische Wellenende des Rades M gleiten kann, und so, indem es sich um den letzten der Triebstöcke B oder I dreht, welche die Anhaltspunkte zum Wenden bilden, von einer Seite C G zur andern D H gelangt. Daß beim Wenden des Rades M von C nach D oder von H nach G ein Stillstand in der Bewegung der Stange E F eintritt, ist einleuchtend, welcher Stillstand so lange dauert, bis das Getriebe um B oder I einen halben Umgang gemacht hat.

Bl. 34. Fig. 83. Blatt 34 Fig. 83 ist eine den drei letzteren ähnliche Vorrichtung, bei welcher aber das Rad M seine Stelle nicht verläßt, wofür sich aber der verzahnte Theil B C D G zwischen den Frictionsrollen e, f, g, h bewegt, welche ihre Achsen auf einem Rahmen haben, der mit der zu bewegenden Stange E F ein Ganzes ausmacht und zugleich als Basis für den rectangulär geformten Raum B C D G dient.

7. Daumen.

Fig. 84. In der Abtheilung „Verzahnungen" haben wir bereits über den Gebrauch der Daumen für Poch- und Hammerwerke und deren Construction gehandelt, und wollen jetzt auch zwei Beispiele betrachten, wo man Daumen oder Däumlinge gebraucht, um eine fortgehende Kreisbewegung in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung zu verwandeln. Das erste ist Fig. 84; hier trägt eine Welle M auf ihrer Oberfläche gleich vertheilt drei Daumen A, B und C, von welchen immer der eine, wie hier B auf eine der zwei, innerhalb eines mit der zu verschiebenden Stange E F festverbundenen Rahmens, vorstehenden Heblatten D und G wirkt, während der andere Daumen seine Heblatte D verläßt, wodurch die Stange E F

bei einem Umgange der Welle M auch dreimal hin- und zurückgeschoben wird. Bl. 34.

Fig. 85 ist die Stange E F ohne Rahmen und nur mit einer Heblatte D versehen, durch welche, indem die Daumen auf sie wirken, die Stange in der Richtung des Pfeiles verschoben wird; damit aber dieselbe sogleich wieder, sobald ein Daumen wie B, den weitesten Hubpunkt erreicht hat, in ihre alte Lage zurückkommt, ist seitwärts ein um eine Achse O beweglicher Winkelhebel G O H angebracht, auf dessen einen Arm H der die Heblatte D verlassende Daumen wirkt, wo dann der andere Arm G des Winkelhebels auf die entgegengesetzte Seite der Heblatte D drückt und die Stange wieder zurückführt. Fig. 85

8. Verbindung von Zahnrädern.

Fig. 86. M N sind zwei gleich große Zahnräder, von denen das eine die rotirende Bewegung auf das andere überträgt, so daß sie sich in entgegengesetzter Richtung umdrehen; jedes dieser Räder trägt einen cylindrischen Bolzen (Warze) A und B, an deren jedem eine Schub- oder Zugstange A G und B G von ganz gleicher Länge unter sich, und drehbar um ihre Bolzen A und B, angehängt sind, welche beide durch ein, an der zu verschiebenden Stange E F befindliches Scharnier G (Gewinde) mit der Stange E F verbunden sind. Es wird einleuchten, daß mit der Umdrehung der Warzen A B eine hin- und hergehende Bewegung der Stange E F in einer geraden Linie stattfindet, welche senkrecht auf der Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte steht, und wobei der Hub gleich dem Durchmesser der Warzenkreise ist. Fig. 86.

Fig. 87. Wenn statt der gleich großen Zahnräder ungleiche, M N genommen werden, und die beiden Schubstangen A C und B D durch ein Gelenke C D, und diese durch das Gewinde G mit der Stange E F verbunden wird, so kann man bei dieser, übrigens keineswegs vorzüglichen Vorrichtung die Anzahl und Extension der Spiele bewirken: Fig. 87.

1) durch die Veränderung der Halbmesser der Räder M und N, 2) durch die Radien A M und B N der Warzenkreise und Versetzen des Gewindes G, so wie auch noch 3) durch die Längen der Schubstangen A C und B D. Die Bewegung des Punktes G der Stange E F ist ganz ungleichförmig.

Fig. 88. Das Hypocycloidenrad ist darauf gegründet, daß, wenn ein Kreis sich innerhalb eines andern wälzt, ein im ersteren angenommener Punkt eine Hypocycloide beschreibt, welche, wenn sich die beiden Diameter wie 1 zu 2 verhalten, eine gerade Linie ist, was wir bereits in der Abtheilung „Verzahnungen" erwähnt und durch Fig. 5 Blatt 12 dargethan haben. Fig. 88.

Bl. 11. Fig. 88. Es ist hiebei ein Radkranz B D C I mit inneren Zähnen vertical stehend, und durch Lappen B und C auf ein Gestelle festgeschraubt, unbeweglich. Die Hauptwelle M, von welcher die rotirende Bewegung ausgeht, und deren Achse mit dem Mittelpunkte M des Radkranzes zusammenfällt, hat eine Kurbel M N, an deren Warze N ein Stirnrad G H um jene beweglich aufgesteckt ist, welches in das erste Rad eingreift und genau die halbe Größe von jenem hat. In dieses Rad G H ist ein cylindrischer Bolzen A genau auf den Theilkreis eingesetzt, und an diesen die Stange E F eingehängt. Da nun bei dem bestimmten Verhältnisse der Theilkreise beider Räder der Bolzen A in einer senkrechten Geraden auf- und absteigt, so wird auch die Stange E F geradlinig auf- und abwärts bewegt.

9. Kurbel, Kurbelscheibe mit ihrer Schubstange.

Fig. 89. Fig. 89. Das einfachste und gewöhnlichste Mittel zur Verwandlung einer fortgehenden Kreisbewegung in eine geradlinig absetzende Bewegung ist die Kurbel, auch Krummzapfen genannt. Die Kurbel besteht aus drei Theilen, wie bereits angeführt. Eine an ihrem einen Ende mit einem Auge versehene Stange H K ist mit diesem Auge über die cylindrische Warze G geschoben, während sie an ihrem andern Ende in eine Gabel K ausläuft, in welcher der Kopf der durch Frictionsrollen c d in gerader Richtung erhaltenen Stange E F mittelst eines Bolzens verbunden ist.

Fig. 90. Fig. 90. Wenn statt des Kurbelarmes C D ein Ring oder eine Scheibe G I L Fig. 90 genommen wird, so heißt dieser Kurbelring oder Kurbelscheibe, wie schon angeführt.

Fig. 91. Fig. 91. Wenn die Schubstange H K nicht am Ende C der Welle A B angeschlossen werden kann, so erhält die Kurbel zwei Arme C D und G L.

Um mehrere Schubstangen anhängen zu können, macht man die Kurbel doppelt, Fig. 92, wo G D die eine, H die andere Warze ist. Selbst dreifache Kurbeln, wie Fig. 93, werden gemacht, wie schon angeführt. Wo nur kleine Kräfte überzutragen sind, gibt man dem Kurbelarm C D Fig. 94 eine krumme Gestalt, um ihm mehr Haltbarkeit zu geben, welcher Zweck besser dadurch erreicht wird, daß man denselben von der Achse aus stärker macht. Die durch jede Kurbel erreichte geradlinige Bewegung der Stange E F ist, wenn gleich die Bewegung der Warze G eine gleichförmige, nicht gleichförmig, sondern es geht die Stange mit zunehmender Geschwindigkeit aus der Ruhe in Be-

Fig. 92 bis 94.

wegung, und mit abnehmender Geschwindigkeit aus der Bewegung in Ruhe über. Bl 33.

10. Schubstange mit Leitungsrahmen, Gegenlenker.

Die Kurbel findet vielfältig Anwendung, besonders bei Maschinen wo in Cylindern Kolben eine auf- und niedergehende Bewegung erheischen, wie bei Pumpen, Gebläsen und Dampfmaschinen. Bei diesen Maschinen ist die Bedingung, den Kolben in der Richtung seiner und der Kolbenstangen-Achse zu bewegen; zur Erfüllung dieser Bedingung hat man verschiedene Mittel, welche wir jetzt kennen lernen wollen.

Das einfachste ist wohl das Fig. 95, wo man die Stange E F durch Fig. 95.
Scheidlatten c d in ihrer Richtung fixirt; allein es findet hier ein um so größerer Seitendruck statt, je größer der Hub und je kürzer die Schubstange H K ist, wodurch viele Reibung zwischen den Scheidlatten c d, c d und der Kolbenstange E F entsteht. Besser als diese Vorrichtung ist die Fig. 96, wo die Bläuelstange H K auf einen Quer-Arm G H wirkt, Fig. 96.
welcher an seinen beiden Enden G und H durchbohrt ist, und von genau abgedrehten, durch die Löcher durchgehenden eisernen Säulen A B, C D geleitet wird. Besser als diese beiden ist Fig. 97, wo durch ein, zwischen Fig. 97.
zwei Leitungen (Leitbäumen) A B, C D laufendes Frictionsrad G H die Reibung bedeutend vermindert wird (Coulissen).

Lenker oder Gegenlenker. Unter diesen Namen versteht man in der Mechanik Vorrichtungen, durch welche bei Kurbelbewegungen die Kolben oder überhaupt jede Stange E F in einer Richtung bewegt wird, welche so wenig von der geraden Linie abweicht, daß man diese Abweichung vernachlässigen und die Bewegung als in einer Geraden betrachten kann.

Fig. 98 ist eine solche Vorrichtung mit Lenkern; es ist wieder C D Fig. 98.
der Kurbelarm, G die Warze, H K die Schubstange, welche durch ein Gewinde N mit einem Gelenke A L verbunden ist; dieses Gelenke ist an seinen Enden A und L wieder durch Gewinde mit zwei Lenkern A B und L M verbunden, von welchen A B in B, und L M in M einen festliegenden Drehpunkt hat. Aus der horizontalen Projection geht hervor, daß das Gelenke A L, sowie die beiden Lenker A B und L M doppelt angebracht sind, damit die Kolbenstange E F zwischen denselben auf- und niedergehen kann. Die beiden Gelenke A L und A L sind durch einen Bolzen N N mit einander verbunden, auf welchen die Schubstange wirkt, und an den die Kolbenstange E F eingehängt ist. (Eine ähnliche Vorrichtung wurde schon bei Kurbeln aufgeführt.)

Bl. 34. Fig. 99. Fig. 99. Construction für die so eben beschriebenen Lenker.

Es ist zu bemerken, daß die Länge des Gelenkes A L, sowie die Länge des Lenkers A B und L M beliebig angenommen werden kann, jedoch müssen A B und L M unter sich von gleicher Länge seyn, und je länger Gelenk und Lenker genommen werden, desto weniger weicht der Mittelpunkt N des Gelenkes A L, an welchem die Stange E F eingehängt wird, von der geraden Linie N′ N N″ ab. Man zeichnet die mittlere Lage A B des einen Lenkers, beschreibt aus dessen Drehpunkt B mit der Länge A B dieses Lenkers als Radius einen Kreisbogen A′ A A″, dessen Sehne A′ A″ von gleicher Länge mit dem gegebenen Hube der Stange E F seyn muß, und so, daß A B die Sehne rechtwinklig trifft und in zwei gleiche Theile theilt. Man nimmt die Länge des Gelenkes A L in den Cirkel und schneidet auf der Sehne A′ A″ den Punkt L ab, und vereinigt A mit L, zieht von L eine Parallele L M mit A B, und trägt von L die Länge A B nach M, so ist M der Drehpunkt des Lenkers L M. Man theilt das Gelenke L A in zwei gleiche Theile und zieht durch den Theilpunkt N die senkrechte N E F, so ist diese die Richtungslinie der Bewegung der Stange E F. Man hat hier Gelenk und Lenker noch in die höchste Lage B A′ N′ L′ M gesetzt. Will man sehen, wie groß die Abweichung des Punktes N von der Geraden N′ N″ ist, so darf man zwischen diesen drei Lagen nur noch andere zeichnen.

Fig. 100. Wenn es der Raum nicht gestattet, zwei gegenüber liegende Lenker A B und L M, wie in Fig. 98 anzuwenden, so kann man wie in Fig. 100, eine solche Anordnung treffen, daß die beiden Lenker A B und L M über einander zu liegen kommen, und auf einerlei Seite der Stange E F liegen.

Fig. 100. Fig. 100 sind beide Lenker durch ein Gelenk A″ L″ N″ verbunden, an dessen Ende N″ die Kolbenstange E F eingehängt ist, welche ihre Bewegung mittelbar durch die in L″ oder in einem andern Punkte des Lenkers L″ M angreifende Stelze H K erhält.

Fig. 101. Fig. 101. Construction für die Lenker Fig. 100. Es sey M der Drehpunkt des einen Lenkers, M L dessen Länge, die wie bei der Construction Fig. 99 beliebig angenommen werden kann; L′ L″ sey die Sehne des vom Endpunkte L beschriebenen Bogens, und gleich der Hubhöhe der bewegten Stange E F. Man halbire den sinus versus L O des größten Ausschweifungswinkels des Lenkers L M und ziehe durch den Halbirungspunkt P eine Senkrechte auf L M, so gibt diese die Richtungslinie N′ N

N'' der Bewegung für die Stange E F. Man trage von L die halbe Länge L N des Gelenkes A N, welche beliebig ist, und eben so von L nach A, so ist jetzt A L N mit L M das Gelenk und der eine Lenker in der mittleren Lage; man setzt nun beide in die oberste Lage A' L' N' und L' M, dann in die tiefste Lage A'' L'' N'' und L'' M so, daß N immer in der Richtungslinie P N'' ist, und sucht den Radius A B des Kreises für die drei Punkte A, A' und A'', indem man auf der Mitte der von A nach A'' gezogenen Geraden einen Perpendikel, und ebenso auf der Mitte der von A A' gezogenen Geraden einen Perpendikel errichtet, welche, wo sie sich beide schneiden, was hier in B geschieht, den Mittel- und Drehpunkt des anderen Lenkers bezeichnen, dessen Länge A B ist. Bl. 54. Fig. 101.

Will man die Abweichung des Punktes N von der Geraden N' P N'' wissen, so darf man nur andere Lagen des Ganzen zwischen der höchsten, mittleren und tiefsten Lage der Lenker zeichnen. Die Abweichung wird auch hier um so kleiner, je länger man den ersten Lenker L M und das Gelenke A N nimmt.

11. Kurbel und Stelze mit oscillirendem Hebel.

Um einer durch eine Kurbel zu erreichenden geradlinigen Bewegung eine andere Richtung zu geben, wendet man nebst der Stelze und einem Gelenke noch Hebel an.

Fig. 102 und Fig. 103 sind solche Vorrichtungen, wo C G wieder Fig. 102
die Kurbel, H K die Stelze, und E F die Richtung der geradlinig bewegten Stange ist. In Fig. 102 ist es ein gerader Hebel A M B, in Fig. 103 Fig. 103.
ein Winkelhebel A M B, welche die Uebertragung der Bewegung der Kurbelstange H K bewirken. Die zweckmäßigste Lage des Hebels A M B für Fig. 102 bestimmt man auf folgende Weise:

Man zieht vom Kurbelmittelpunkte C eine Parallele C d zur Stangenrichtung E F, und aus einem in C d beliebig angenommenen Punkte d einen Perpendikel d M auf C d und E F; von d trage man auf C d den Kurbel-Radius C G auf- und abwärts, wodurch man die Punkte f und g erhält, dann trage man auf die verlängerte Gerade E F von c den halben Hub nach h und k. Man verbindet nun die Punkte f k und g h durch Gerade, welche den Perpendikel d c in M als den Drehpunkt des Hebels A B schneiden, und um dessen Länge A M zu erhalten, halbirt man d f in i, vereiniget i mit M durch eine Gerade i M, und fällt auf sie aus i den Perpendikel i A, so ist M A die Länge des einen Hebelarms. Auf gleiche Weise erhält man die Länge des andern, indem man e k halbirt, wodurch man l erhält, l mit M verbindet und aus l einen Perpendikel l B auf

Bl. 34. l M gezogen, schneidet dieser den Perpendikel d e in B als dem Endpunkt des andern Hebelarms. Die Länge des Zwischengelenkes B N ist willkürlich. — Für Fig. 103 ist die Construction folgende: man ziehe vom Kurbel-Mittelpunkte C eine wagrechte Gerade C O, welche die mittlere Lage der Kurbelstange bezeichnet, und errichte auf die Linie C O und N O Perpendikel A M und B M, welche sich in einem Punkte M schneiden und in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie der Hub des Krummzapfens zum verlangten Hube des Gestänges. Man mache d f dem Kurbel-Radius C G, dann d g ebenfalls gleich dem Radius C G, dann e f = e k und jede für sich gleich dem halben Hub der Stange E F, halbire A f in i, dann e f in l, ziehe i M und l M und errichte auf die letzten Linien die Perpendikel i A und l B, welche von den zuerst gezogenen Perpendikeln die Längen M A und M B als solche des Hebels abschneiden. Wenn die Stangenrichtung E F nicht weit vom Mittelpunkte C der Kurbel absteht, so kann man den Hebel ersparen, indem man die Zugstange H K sogleich mit dem Gelenke bei N verbindet.

Fig. 103.

12. Vorrichtungen, wenn die Richtung der geradlinigen Bewegung die Umdrehungs-Achse unter sehr schiefem Winkel schneidet.

Conische Excentrica. Fig. 104, 105, 107 und 108 sind Vorrichtungen, die man für diese Zwecke gerne anwendet. Diese conischen Excentrica bestehen im allgemeinen aus Stücken von conischen Flächen (Kegelmäntel genannt), welche zahnförmige Ausschnitte haben, die von einer auf der Kegelachse senkrechten Ebene verschiedene Entfernungen haben, und welche eine in der Richtung der geraden Kegelkanten auf sie drückende Stange geradlinig vor- und rückwärts zu bewegen im Stande sind.

Fig. 104. Betrachten wir Fig. 104, wo D G H I K L solch ein mit einer Welle A B verbundener Kegelmantel ist, der die zahnförmigen Ausschnitte G H I K hat; die geradlinig zu bewegende Stange E F ist so gegen den Kegel gelagert, daß ihr Ende E die krumme Fläche G H berührt und ihre Richtung mit der einen Kante F E C des Kegels zusammenfällt; wir nehmen ferner noch an, daß die Stange E F ein Bestreben hat, stets gegen den Kegel zu drücken, und dabei aber durch Leitungen c d in ihrer geraden Richtung erhalten wird, so wird, wenn der Kegel eine rotirende Bewegung erhält, die Stange in eine geradlinig fortschreitende Bewegung versetzt werden.

Fig. 105. Fig. 105 unterscheidet sich von Fig. 104 bloß darin, daß, während in Fig. 104 die Stange E F gegen das conische Excentricum D L drückt,

selbe in Fig. 105 vom Excentricum M L in der Richtung E F der Stange Bl. 31. Fig. 105. weggedrückt wird, weßwegen die Stange an ihrem Ende F abgekröpft ist, und mit der Abkröpfung an der krummen Fläche M G H K L anliegt und so gegen den gemeinsamen Durchschnitt C der verlängerten Stangenrichtung und der Wellen-Achse gezogen wird.

Fig. 106 ist das Excentricum ein cylindrisches, weil hier Fig. 106. die mit einer Frictionsrolle versehene Stange E F parallel mit der Achse der Welle A B geht.

Fig. 107 und Fig. 108 sind wieder conische Excentrica, deren Ein- Fig. 107 und 108. richtung für den Fall paßt, wo die Stange E F kein Bestreben hat, hinnoch zurückzugehen; beide Vorrichtungen unterscheiden sich bloß darin, daß in Fig. 107 auf der krummen Kegel-Oberfläche eine krummlinige vertiefte Spur H K (eine Nuth) vorhanden ist, in welche die an ihrem Ende E abgekröpfte Stange eingreift, während in Fig. 108 auf der Kegel-Oberfläche ein vorstehender Reif H K, welchen das abgekröpfte, gabelförmige Ende E der Stange E F umfaßt, aufgesetzt ist.

Fig. 109 und Fig. 110 enthalten die Lösung der Aufgabe, die Spur Fig. 109. H K an einem der eben beschriebenen conischen Excentrica zu zeichnen. Es sey C Fig. 109 die Spitze des Kegels, G D der größere Diameter seiner Basis, l m sey der Hub oder die Weite, in welche die Stange E F verschoben werden soll, also m ihr weitester und l ihr tiefster Punkt; ferner ist noch bedungen, es soll während eines Umganges des conischen Excentricums die Stange E F zweimal bis zu m verschoben werden, eben so oft wieder bis auf l zurückgehen, und es soll die Bewegung gleichförmig seyn.

Man wickelt vor allem die Kegel-Oberfläche G C D ab, indem man seine Basis, deren Diameter G D ist, in eine beliebige Anzahl gleicher Theile theilt, mit C D als Radius in Fig. 110 einen Kreis D O G be- Fig. 110. schreibt, und auf diesen alle Theile der Basis aus Fig. 109 aufträgt. Man theilt den Bogen D O G in zwei gleiche Theile D O und G O, halbirt jeden dieser Theile in l und l und theilt D O in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3, 4, und in die nämliche Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3, 4, O l. Man zieht durch alle Theilpunkte Radien, und trägt auf den durch l gehenden aus Fig. 109 l m auf und theilt l m in die nämliche Anzahl Theile I, II, III, IV, als D l oder O l getheilt wurde; man beschreibt nun durch diese Theilpunkte aus C Kreise bis zu mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien, so sind a, b, c, und m Punkte, deren Vereinigung die Curve auf der äußeren oder größeren Kegelober-

Bl. 34. Fig. 109 u. 110. fläche G C D geben. Die krumme Fläche G g Fig. 109, auf welcher die Stange E F gleitet, stellt man senkrecht auf G C, und indem man dem Kegelmantel eine bestimmte Dicke G g gibt, erhält man einen zweiten hohlen Kegel g a d, dessen abgewickelte Oberfläche d o g, Fig. 110, man erhält, indem man aus Fig. 109 mit c d als Radius den Kreis d o g in Fig. 110 beschreibt, dessen Theile 1′, 2′, 3′, 4′, ꝛc. schon der kleineren Kegelbasis d a g in Fig. 109 entsprechen; man trägt von m den Hub m l auf, theilt ihn wieder in die gleiche Anzahl Theile I′, II′, III′, IV′, als der Bogen o m oder g m getheilt ist, und beschreibt aus C durch I′ II′ Kreise bis zu den mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien, wo dann IV, c′, b′, a′ g Punkte der Curve sind, welche man auch auf die andere Seite d l o übertragen kann. Man kann nun mittelst einer Schablone aus Blech oder starkem Papier die Curve auf beide Kegel G C D und g c d in Fig. 109 auftragen. Wir haben bei dieser Construction die Bedingung gesetzt, daß die Bewegung gleichförmig sey; es wird mit dem, was wir früher schon über Excentrica angeführt haben, keinem Anstande unterliegen, die Construction vorzunehmen, wenn die Bewegung eine beschleunigte oder verzögerte seyn soll, oder wenn die Stange E F, statt zweimaliger Hin- und Herbewegung, mehrere oder nur eine zu machen hätte.

Fig. 111. Sehr gewöhnlich kommt die Vorrichtung Fig. 106 vor, wo das Excentricum ein cylindrisches ist, und die krumme Fläche, welche auf die Frictionsrolle c der zur Well-Achse A B parallel liegenden Stange Fig. 111. E F wirkt, eine Schraubenfläche ist. — So ist in Fig. 111 das Excentricum gleichfalls ein cylindrisches, und die auf die Frictionsrolle c der Stange E F wirkende krumme Fläche K H eine Schraubenfläche, durch welche die Stange bei einem Umgange einmal hin- und herbewegt wird, vorausgesetzt, daß die Stange das Bestreben hat, gegen das Excentricum zu drücken.

Fig 112 In Fig. 112 sind in einem Cylinder A B zwei einander entgegengesetzte Schraubengänge G H I und K H L eingeschnitten, durch deren eine die Stange E F vorwärts, durch die andere aber wieder rückwärts geschoben wird, wobei also die Welle A B zwei Umgänge zu machen hat. Wo es nicht auf strenge Genauigkeit ankommt, und die Stange während einer Umdrehung, wie in Fig. 111, nur einen Hin- und Hergang zu machen hat, bedient man sich einer ebenen elliptischen Scheibe H K Fig. 113.

§. 188.

d. Die kreisförmig fortgehende Bewegung verwandelt in kreisförmig absetzende Bewegung. Bl. 34.

1) Hebel und Excentrica.

Fig. 114 ein Excentricum, welches den Hebel A B C während einer Umdrehung dreimal aufhebt und wieder zurücksinken läßt. Fig. 114.

Fig. 115. Im Hebel B A C ist ein Stift A befestiget, welcher in eine Rinne oder Spur d e f des Excentricums eingreift, wodurch der Hebel während eines Umganges zweimal auf- und wieder abwärts bewegt wird. Fig. 115.

Construction der Excentrica für die Fälle Fig. 114 und 115. Fig. 116 ist die Aufgabe, der Hebel A B C soll während einer Umdrehung des Excentricums einmal gehoben werden und wieder in seine erste Lage zurückgehen, die Bewegung soll gleichförmig seyn. Es sey A B D Fig. 116 der größte Ausschweifungswinkel des Hebels A B, so theile man den vom Hebelende A beschriebenen Bogen A D in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2, 3, 4, und beschreibe durch sie aus dem Mittel M des Excentricums concentrische Kreise. Soll der Hebel während einer vollen Umdrehung der excentrischen Scheibe nur einen Hin- und Rückgang machen, so theilt man den durch A gehenden Kreis in E in zwei Hälften und jede derselben in so viele Theile I, II, III., E, als man den Bogen A D getheilt hat, und ziehe durch selbe Radien M I, M II und M III. — Man verlängere den Radius M A, welcher die durch die Theilpunkte des Bogens A D beschriebenen Kreise in 1′, 2′, 3′ und 4′ schneidet; man trage nun die Länge 1. 1′ von I′ nach a, — 2. 2′ von II′ nach b, — 3. 3′ von III′ nach c und 4. 4′ von IV′ nach d′, so ist A a b c d′ c′ b′ a′ A die gesuchte Curve. Es wird jetzt keinem Anstande unterliegen, die Curve zu construiren, wenn der Hebel A B öfter als einmal während einer Umdrehung der excentrischen Scheibe bewegt werden soll. Müßte der Hebel eine verlangte ungleichförmige Bewegung, z. B. eine gleichförmig beschleunigte annehmen, so dürfte man den Bogen A D nicht mehr in gleiche Theile eintheilen, sondern dieselben müßten sich zu einander verhalten, wie 1 zu 3 zu 5 zu 7 zu 9 ꝛc. Fig. 116.

Fig. 117. Es kommt oft die Aufgabe vor, daß eine an einem Hebel A B hängende Last Q durch ein Excentricum gleichförmig aufgehoben werden muß, wie dieses bei Hämmern meist der Fall ist; hiebei wird dann aber nicht der Bogen A D, sondern eine von D auf A B errichtete Senkrechte D E in gleiche Theile 1, 2, 3, 4 eingetheilt, und von denselben wagrechte Gerade bis zum Bogen A D gezogen, wodurch man dann die Fig. 117.

Bl. 34. Fig. 117. Punkte 1″ 2″ 3″ erhält, durch welche aus M concentrische Kreise beschrieben werden. Man schneide von dem durch A beschriebenen Kreis den Bogen AF ab, welchen das Excentricum durchlaufen soll, während es den Hebel AB bis in seine höchste Lage DB hebt, theile ihn in die nämliche Zahl gleicher Theile I, II, III, IV, als man ED getheilt hat, und ziehe durch I, II, III, IV Radien an M, welche die Kreise in I′, II′, III′ und IV′ schneiden. Man trägt nun 1′ 1″ von I′ nach a, — 2′ 2″ von II′ nach b. — 3′ 3″ von III nach c und 4′ 4″ von IV′ nach d, so ist die durch diese Punkte a b c d gehende Curve die gesuchte, deren anderer Theil auf ähnliche Art bestimmt wird. Würde die Last an einer Kette hängen, welche sich auf einen aus B beschriebenen Krümmling auf- und abwickeln würde, so müßte, wie in Fig. 116, der Bogen AD in gleiche Theile getheilt werden.

Fig. 118. **Construction der Daumen, durch welche Hämmer beschleunigt gehoben werden.**

Wir haben bereits in der Abtheilung „Verzahnungen" auf Blatt 13, Fig. 20 die Construction der Daumen für einen Schwanz-Hammer aufgeführt, wobei vorausgesetzt wurde, daß die Bewegung des Hammers gleichförmig ist; wir wollen nun auch die Construction vornehmen, wenn die Bewegung eine beschleunigte seyn soll, wollen uns aber zuvor noch über einige vorkommende Benennungen verständigen. Man unterscheidet bis hieher drei verschiedene Gattungen von Hämmern, nämlich **Schwanzhämmer**, **Aufwerfer** und **Stirnhämmer**.

Schwanzhämmer heißen jene, in welchen, wie Blatt 13 Fig. 20, der Drehpunkt zwischen dem Hammer und dem Angriffspunkte der Daumen liegt, und die Achse der Welle und die des Hammerstiels rechtwinklig über einander liegen. — Aufwerfer werden diejenigen genannt, in denen beide Achsen neben einander liegen, und deren Daumen-Angriffspunkt zwischen dem Bewegungspunkte und dem Hammer, und Stirnhämmer jene, bei welchen beide Achsen eine rechtwinklige Lage zu einander haben, der Hammer aber zwischen dem Dreh- und dem Angriffspunkt der Daumen sich befindet.

Fig. 118. Es sey, Fig. 118, CA der Radius des Theilkreises der Daumen, AB der Schwanz des um B beweglichen Hammers, und AD die Sehne des Bogens, welchen der Punkt A beschreibt, so daß der Hammer auf die geeignete Höhe gehoben wird. Man theile AD in Theile, welche sich verhalten wie 1 zu 3 zu 5 zu 7 u. s. f., den Bogen AE aber, um welchen sich die Welle während des Aufhebens dreht, in gleiche Theile I, II —IV, ziehe Radien und mache selbe vom Theilkreise AE angefangen

und zwar I a = A 1; II b = A 3; III c = A 5, und IV d = A 7, Bl. 34.
so ist a b c d die verlangte Curve.

Fig. 119. Construction der Daumen für Aufwerfer. Fig. 119.

Es sey A C der Theilkreis-Radius der Daumen, E der Angriffspunkt eines Daumens, man ziehe durch E eine Wagrechte E B und mache sie der Entfernung E B der Drehachse des Hammers vom Angriffspunkte E an gleich; von E ziehe man eine Senkrechte und mache ihre Länge E F gleich der Höhe des Hubes vom Angriffspunkte E, so daß E B F dem Drehungswinkel des Hammers gleich ist. Dann beschreibe man aus B den Bogen E D bis zum Schenkel B F und fälle, wo dieser geschnitten wird, was in D geschieht, den Perpendikel D H und theile selben, von unten angefangen, in Theile, die sich zu einander verhalten, wie 1 zu 3 zu 5 zu 7 u. s. f.; ziehe von diesen Punkten Parallele zu E B bis zum Kreisbogen E D, und ziehe durch die sich ergebenden Punkte 1′, 3′, 5′ und 7′ von B aus Radien bis zum Perpendikel E F, wo man die Punkte a, b, c erhält; man beschreibt durch sie Kreise aus C bis zu den mit gleichen Zahlen bezeichneten Radien, wodurch die Punkte I′, II′, III′ und IV′ erhalten werden. Man nimmt nun von dem verlängerten Radius C E gemessen 7″ F und trägt sie von IV′ nach d^3, dann 5″ c von III′ nach c^3, ferner 3″ b von II′ nach b^3, und 1″ a, von I′ nach a^3; die Punkte a^3, b^3, c^3 und d^3 mit einander vereinigt gibt die verlangte Abrundung.

2) Kurbel mit oscillirendem Hebel.

Fig. 120 ist eine Vorrichtung, deren man sich besonders bei Pumpen öfters bedient; A B ist ein Hebel, der seine Drehachse in B hat und mit einem Schlitze e f versehen ist, in welchem die Kurbelwarze G gleitet; die Bewegung des Hebels A B ist hier sehr ungleichförmig, kann aber, indem man dem Schlitze die gehörige Gestalt gibt, in eine gleichförmige oder eine gleichförmig veränderte umgesetzt werden. Fig. 120.

Fig. 121 ist der einfachste Fall dieser Art dargestellt; es sey A B der in B bewegliche Hebel, C D die Kurbel, A B F der Winkel, um welchen sich der Hebel A B drehen soll, während sich die Kurbel C D um den Winkel D C E dreht. — Man beschreibe mit A B aus B den Bogen A F, und aus C mit C D den Bogen D F E, theile den Bogen A F in eine beliebige Anzahl gleicher Theile 1, 2 — 4, und den Bogen D F E in die nämliche Anzahl gleicher Theile I′, II′ — IV′, beschreibe durch diese concentrische Kreise aus B und ziehe durch 1, 2 — 4 Radien nach B, welche an den Kreisen in 1′, 2′ 3′ und 4′ geschnitten werden, und welche Kreise die Gerade A B in den Punkten a, b, c und d schneiden. Man macht nun I′ a′ = 1′ a, II′ b′ = 2′ b′, III′ c′ = 3′ c, und IV′ d′ = 4′ d, und erhält durch Vereinigung der Punkte a, b, c und d die Curve, nach Fig. 121.

Bl. 34. Fig. 121. welcher der Theil DG des Hebels AB geformt werden muß, wenn er von der gleichförmig umlaufenden Kurbel CD gleichförmig aufgehoben werden soll; auf gleiche Weise erhält man auch den Theil GE, auf welchen beim Weitergang der Kurbel von G nach E der Hebel wieder gleichförmig abwärts sinkt. Sollte die Bewegung des Hebels gleichförmig veränderlich seyn, so müßten die Theile des Bogens AF in dem Verhältnisse 1 zu 3 zu 5 zu 7 ꝛc. zu einander stehen; wäre ferner noch der Hebel aufzuheben, daß eine in A angeknüpfte Last gleichförmig bewegt würde, so müßte der Perpendikel EF getheilt und aus den Theilpunkten nach dem Bogen AF Parallel-Linien zu AB gezogen werden ꝛc.

3) Theilweise gezahnte Räder.

Fig. 122. Fig. 122. Zwei durch eine gekreuzte Schnur oder Riemen sich nach entgegengesetzter Richtung drehende, theilweise gezahnte Räder M und N greifen in ein gezahntes Cirkelstück ABCD und bringen so eine schwingende Bewegung des Cirkelstückes hervor.

Fig. 123. Fig. 123. Eine gleiche Vorrichtung mit zwei an einer gemeinsamen Achse AB festsitzenden, theilweise gezahnten Rädern M und N, welche in das gezahnte Rad oder den gezahnten Sector O abwechslungsweise eingreifen und selben hin- und herbewegen.

4) Zahnräder mit Ein- und Ausrückungen.

Fig. 124. Fig. 124. Wenn ein Rad ACB bald nach der einen, bald nach der andern Richtung umgedreht werden soll, so stellt man es zwischen zwei nach entgegengesetzten Richtungen umlaufende Räder M und N, und bringt eine solche Vorrichtung an, durch welche das Rad ACB bald nach M oder nach N hinrückt, und selbes in den Stand setzt, bald von M nach der einen, bald von N nach der andern Richtung umgedreht zu werden.

Fig. 125. Fig. 125. Auf gleiche Weise kann man die Welle AB in abwechselnde Umdrehung dadurch setzen, daß man zwei conische Räder M und N auf einer Hülse C aufsetzt, durch welche die Welle AB durchgeht, jedoch so, daß beide Räder MN auf der Hülse C fest sind und mit dieser verrückt werden können, ohne daß sie außer Verbindung mit der Welle AB treten (Einrichtungen, welche wir in der Abtheilung „Auslösungen" schon kennen gelernt haben). Wird nun die Hülse C so verschoben, daß bald das eine Rad M, bald das andere N mit einem dritten sich stetig umdrehenden conischen Rade EF in Eingriff kommt, so wird die Welle AB bald auf die eine, bald auf die andere Seite gedreht werden.

Fig. 126. Fig. 126 ist eine Vorrichtung, durch welche das Ein- und Ausrücken des Rades ACB Fig. 124 verrichtet wird; es sind M und N zwei nach entgegengesetzten Richtungen umlaufende Excentrica, C ist die Achse der Welle des Rades ACB, welches sich in entgegengesetzten Richtungen

umdrehen soll; so wie die Vorrichtung gezeichnet ist, beginnt das Excen- Bl. 34. Fig. 126.
tricum N die Welle C eben gegen M hinzuschieben, welche nach einer halben Umdrehung wieder gegen N zurückschiebt. Da e f g, dann h k d concentrische Kreise sind, so halten selbe die Welle C und mit ihr das Zahnrad im Eingriffe, bis selbe wieder durch das andere Excentricum auf das andere Zahnrad gerückt wird.

Fig. 127 ist eine Vorrichtung, welche für Fig. 125 gebraucht wer- Fig. 127.
den kann. Auf einer Welle E F sind zwei Riem- oder Seilläufe I und K festgesteckt, von welchen der eine K mit einem auf der Welle A B aufgesteckten Rade N, der andere I mit einem andern um M laufenden Rade G H in Verbindung gesetzt ist, welches einen Daumen L trägt; Q O R ist eine auf die Hülse C wirkende Rückstange, welche einen vorspringenden, mit ihr fest verbundenen Arm O p, dann in O ihre Drehachse hat und an ihrem oberen Ende ein Gewicht Q trägt. Wie die Vorrichtung gezeichnet ist, greift das conische Rad N in E F und dreht selbes in der durch die Pfeile angegebenen Richtung, bis der Daumen L auf den Hebelarm O p wirkt, diesen bis zu p′ hebt, wo dann die Rückstange Q R durch das Gewicht Q auf die andere Seite Q¹ gezogen wird, und, indem sie mit ihrem Ende R, womit man gern eine Frictionsrolle verbindet, auf den vorspringenden Rand a der Hülse C wirkt, diese hiedurch vorschiebt und das Rad N ausrückt, während das Rad M in das stetig umlaufende Rad E F eingerückt wird. Auf gleiche Weise wird N wieder eingerückt, sobald der Daumen L bei seiner rückgängigen Bewegung den Arm O p′ an seiner oberen Seite ergreift, bis Q′ wieder nach Z kömmt und von da durch das Gewicht Q in seine erste Lage zurücksinkt.

Fig. 128 ist eine andere derartige Vorrichtung, in einer horizontalen Fig. 128.
Projection und in einem verticalen Durchschnitte dargestellt; D und E sind zwei fest mit einander concentrisch verbundene, oder aus einem Stücke gegossene conische Räder an einer Welle K aufgesteckt, welche in abwechselnder Richtung bewegt werden soll. An einer Welle A B ist ein, in das kleine conische Rad E greifendes Getriebe F aufgesteckt, dessen Achse durch eine hohle Welle C frei durchgeht und in H einen Riemlauf trägt. Auf der hohlen Welle C sitzt zunächst H auch ein Riemlauf I, und außer diesem ein in das große conische Rad D eingreifendes fest aufgestecktes Getriebe G G. Wird nun die Welle A B vom Riemlaufe H in der Richtung des nebenanstehenden Pfeiles umgedreht, so wird die Welle K vom Rade E in Folge des in selbes eingreifenden Getriebes F in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles umgedreht, welche Bewegung aber auch das Rad D, als mit E fest verbunden, mitmacht, und das in selbes greifende Getriebe G mit der hohlen Welle C und dem auf ihr feststeckenden Riem-

Bl. 34. Fig. 128. laufe I in der Richtung des neben G stehenden Pfeiles dreht. Denken wir uns nun, es wird jener Riemen, mittelst welchem von einer anderen Welle die kreisförmig fortgehende Bewegung auf II übergetragen wurde, plötzlich auf I übergerückt, wo also die Drehung wie bei H in der nämlichen Richtung des Pfeiles stattfindet, so wird das Getriebe G in entgegengesetzter Richtung des nebenstehenden Pfeiles gedreht, und das Rad D nach beistehendem Pfeile, und also auch die Welle K eine Drehung erhalten, welche der vom Getriebe F zuerst bewirkten entgegengesetzt ist. Nach dem Verhältnisse zwischen G und D und E und F richtet sich die Geschwindigkeit des Hin- und Herganges. Die Vorrichtung zum Verschieben des Riemens von einem Riemenlaufe II auf den anderen I kann mit der drehenden Welle K in Verbindung gebracht werden. Würde z. B. auf die Welle K ein, in eine mit der Welle A B parallel gehende Zahnstange, eingreifendes Rad aufgesteckt, welches der Stange eine geradlinig fortschreitend wiederkehrende Bewegung ertheilt, so kann man an der Stange etwa durch Schrauben regulirende Ansätze anbringen, von welchen je eine gegen das Ende der Hin- und Herbewegung an einem zwischen Riemen und Zahnstange liegenden Hebel stößt, welcher an seinem anderen Ende den Riemen gabelförmig umfaßt und selben bei einer Drehung von einer auf die andere Riemscheibe überführt. Diese Vorrichtung kann ebensowohl auf cylindrische, als auf conische Räder angewendet werden, und gewährt den Vortheil, daß man durch die verschiebbaren Ansätze an den Zahnstangen die Zahl der Umdrehungen bei den Hin- und Hergängen bestimmen, deßgleichen, daß bei einem langsameren Hingange ein schnellerer Rückgang willkürlich angewendet werden kann. Diese Vorrichtung hat übrigens den Nachtheil, daß durch die leergehenden zwei Räder und die hohle Welle viel Reibung erzeugt wird.

5. Das Wechselrad, Wenderad auch Mangrad genannt.

Fig. 129 Fig. 129. A A ist eine auf der Welle M fest aufgesteckte Scheibe, welche an ihrer oberen ebenen Fläche einen, an seiner inneren und äußeren Peripherie verzahnten Ring-Sector B B B trägt, in welchen ein Getriebe E eingreift, das mit seinem einen cylindrisch geformten Achsen-Ende an der Spur D D läuft und so immer im Eingriffe mit den Zähnen des Sectors bleibt. Dieses Getriebe E muß einmal die innere, dann wieder die äußere Verzahnung ergreifen, und so die Scheibe A A in entgegengesetzte Richtung setzen, weßwegen die Welle dieses Getriebes E eine oscillirende Bewegung in der Richtung eines Radius von A annimmt, welches dadurch möglich gemacht wird, daß man dieselbe mit einem Universalgelenk versieht und in einer entsprechenden Stelle in einem gegen A

vertical gestellten Schlitze laufen läßt. Man ersieht aus den Zähnen bei C und D, daß bei C, wenn das Getriebe von innen nach außen geht, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe A bis zu dem Augenblicke gleich bleibt, bis E den letzten inneren Zahn berührt; indem, da bei C die Spur D radial weiter lauft, das Rad A so lange still steht, bis sich das Getriebe E um einen Halbkreis gewendet und die radial stehenden Zähne durchlaufen hat, wo dann plötzlich die Geschwindigkeit ohne Uebergang beginnt, mit welcher die Scheibe A in entgegengesetzter Richtung umgedreht wird. Anders ist es aber beim Uebergangspunkt D; da nämlich die innere Verzahnung in einer sanft verlaufenden Krümmung beginnt und ungefähr erst vom sechsten Zahn an die Entfernung von der Achse M erreicht, welche sie dann beibehält, so wird hier, wenn das Getriebe von außen nach innen geht, das Rad A seine Umdrehungsgeschwindigkeit allmählich erst erlangen. Bl. 34. Fig. 129.

Fig. 130. Wenn die Geschwindigkeit des Hin- und Hergangs von A gleich groß seyn soll, kann die eben beschriebene Vorrichtung nicht benützt werden; dafür haben wir eine ähnliche, ganz auf demselben Princip beruhende Vorrichtung. — Hier ist ein durchbrochener Kammring H, dessen Triebstöcke von dem Getriebe E auf der inneren und äußeren Seite ergriffen werden. Es bewirken aber die Umdrehungspunkte F und G einen Aufenthalt von gleicher Dauer mit der halben Umdrehungszeit des Getriebes E. In I ist die Leitung für die Getriebwelle punktirt, in welcher dieselbe mit ihrem einen Zapfen auf- und niedersteigt, wenn das Getriebe von der innern auf die äußere Seite und umgekehrt übergeht. Fig. 130.

6) Cylindrisches Excentricum.

Fig. 131. EF ist eine cylindrische, auf ihrer Welle MN fest aufgesteckte Scheibe, deren Umfang einen nach krummen Linien ausgeschnittenen Cylinder-Mantel bildet; ABC ist ein um B beweglicher Hebel, auf welchen die Scheibe EF mit ihren krummlinigen Erhöhungen und Vertiefungen wirkt, so daß der Endpunkt A des Hebels eine kreisförmig hin- und hergehende Bewegung erhält; es ist die Frage, wie müssen diese krummlinigen Erhöhungen und Vertiefungen der Scheibe AB beschaffen seyn, daß A gleichförmig bewegt wird. Fig. 131.

Fig. 132 ist die Construction hiefür, wo DFGE ein Theil dieser Cylinder-Oberfläche ist; B ist der Drehpunkt des Hebels und CA der vom Hebel-Ende beschriebene Bogen. Man trage von A aus zu beiden Seiten die Länge derjenigen Bogen AE und AG auf die Gerade EG auf, welche vom Excentricum während eines Auf- und Niederganges des Hebels BA durchlaufen werden sollen, und theile EA und AG, dann den Bogen CA, jedes in die nämliche Anzahl gleicher Theile; ziehe Fig. 132.

Bl. 34. Fig. 132. durch die auf E G befindlichen Theile A I, II, III E und A I, II, III G senkrechte, dann durch die Theilpunkte 1, 2, 3, 4 wagrechte Gerade. Man mache 1 a = A I, 2 b = A II, 3 c = A III und 4 d = A E, so sind a b c d Punkte, durch welche die Curve geht, und welche jetzt mittelst einer biegbaren Schablone auf den Cylinder aufgetragen werden kann. Sollte die am Hebel hängende Last gleichförmig bewegt oder eine sich gleich bleibende Kraft am Umfange des Excentricums dieser Last das Gleichgewicht halten, so darf man nicht den Bogen A C, sondern das Perpendikel A II in gleiche Theile theilen, und die Parallelen durch diese Theilpunkte legen, übrigens wie in Fig. 106 verfahren. Der andere Theil A a' b' c' d' der Curve, auf welche der Hebel A B mit seinem Ende A wieder zurückgleitet, wird auf ähnliche Weise bestimmt.

C. Verwandlung der absetzenden in stetige Bewegung.

Blatt 35. Fig. 133—156.

Bl. 35.

§. 189.

a. Verwandlung der geradlinig absetzenden in stetige geradlinige Bewegung.

Es geschieht selten, daß man die stetige geradlinige Bewegung aus der absetzenden geradlinigen unmittelbar ableitet; übrigens lassen sich die Vorrichtungen Fig. 70, 71 und 72 Blatt 33 dann anwenden, wenn man dieselben im umgekehrten Sinne wirken läßt. Gewöhnlich wird die geradlinig absetzende Bewegung zuerst in eine Kreis-Bewegung umgesetzt und hieraus die stetige geradlinige Bewegung abgeleitet.

§. 190.

b. Umsetzen der absetzenden geradlinigen Bewegung in Kreis-Bewegung.

1) So wie durch Umkehren der Vorrichtungen Fig. 58, 59, 61, 71, 72 und 74 Blatt 33, dann Fig. 89 und 104 Blatt 34, so kann man überhaupt durch Umkehren der meisten Vorrichtungen, durch welche die stetige Kreisbewegung in absetzende geradlinige umgewandelt wird, die absetzende geradlinige Bewegung in kreisförmig fortgehende Bewegung umwandeln, was jedoch nur in der Voraussetzung geschehen kann, daß die in rotirende Bewegung zu versetzenden Wellen so viel Masse haben, daß, wenn die Bewegung der Schubstange beim Umsetzen der Kurbel eine kurze Zeit absetzt, die Wellen ihre Bewegungen fortzusetzen noch im Stande sind; da aber eine Welle nur selten so große träge Massen hat, so gebraucht man Schwungräder, welche man entweder auf die rotirende Welle selbst, oder auf irgend eine Weise mit ihr in Verbindung setzt, wie bei Dampfmaschinen,

Brettersägen ꝛc., wobei meist auch noch der Vortheil der gleichförmigen Bl. 36.
Umdrehung der Welle erreicht wird.

2) Sperrräder mit Sperrklinken (Sperrhaken).

Sperrräder oder Sperrklinken, oder Sperrkegel, auch Fallkegel genannt, finden häufig und besonders da Anwendung, wo große Lasten langsam fortbewegt werden müssen.

Blatt 35. Fig. 133 ist EF eine auf- und niedergehende, auf bei- Fig. 133.
den Seiten verzahnte Stange, welche in zwei gleich große, auf ihren Achsen A und B rund aufgesteckte Zahnräder D und G eingreift. Zunächst den Zahnrädern D und G sind auf den nämlichen Achsen A und B Sperrräder H und K, jedoch fest aufgesteckt, in welche Sperrklinken, Sperrkegel oder Fallkegel o p, o′ p′ eingreifen, welche um aus den geraden Flächen der Zahnräder D und G vorstehende Achsen a und b beweglich sind. An jeder der Wellen A und B sind gleich große Schnur- oder Riemläufe oder Kettenräder RS, hier punktirt, fest aufgesteckt, und auf jedem derselben ein Seil, eine Kette oder ein Riemen cde mit seinem Ende befestiget, welcher Riemen dann um einen, auf einer nach derselben Richtung umzudrehenden Welle C, fest aufgesteckten Lauf Q gelegt ist. Bewegt sich nun die Stange EF in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles nach abwärts, so wird das Rad D in der Richtung seines Pfeiles umgedreht, und da sich der Sperrkegel O gegen die Zähne seines Rades H stemmt, so wird, da dieses fest auf seiner Welle B sitzt, dieser und der Riemlauf Q, deßgleichen die Welle C in derselben Richtung umgedreht. Beim Aufwärtsgehen der Stange dreht sich aber das Rad D um seine Welle B, während das Rad G sich in entgegengesetzter und der Richtung des nebenstehenden Pfeiles dreht, und so durch den Riemen cde der Welle C nach der vorhin angegebenen Richtung bewegt.

Fig. 134. Die Stange EF ist hier geschlitzt und bildet einen Bü- Fig. 134
gel, auf dessen ebener Vorder- und Hinterseite eine Zahnstange TU und VW aufgeschraubt ist, zwischen welcher die Welle C durchgeht, auf die zwei Zahnräder D und G (horizontale Projection 134^b) rund aufgesteckt sind, wovon das eine G in die Zahnstange TU, das andere D in die Zahnstange VW eingreift. Zunächst eines jeden dieser Räder ist ein Sperrrad H und K fest auf die Welle C aufgesteckt, in welche Sperrkegel o p, o′ p′ eingreifen, deren Achsen o und o′ auf den flachen Seiten der Rädchen vorragen. Es ist hier, wie in der vorigen Vorrichtung, der Fall, daß, während ein Zahnrad auf die Welle C wirkt, das andere eine rückgängige Bewegung annimmt. Bei schnellerer Bewegung und einem hinlänglich großen Schwungrade kann man eine Zahnstange des in sie greifenden Zahnrades mit seinem Sperrrade und den Sperrkegel entbehren,

Bl. 55. indem die Welle C bei der rückgängigen Bewegung der Stange EF ihre Umdrehung vermöge ihrer Trägheit fortsetzt.

3) Sperrrad mit doppeltem Sperrkegel.

Fig. 135, 136, 137 und 138. Bei diesen Vorrichtungen ist das Sperrrad D fest auf seiner Welle C aufgesteckt, und die beiden Klinken O und P (auch Schubtatzen genannt) greifen abwechslungsweise in seine Zähne und bewirken so dessen Drehung nach einerlei Richtung in bestimmten Absätzen.

Fig. 135. Fig. 135 ist FE die auf= und niedergehende Stange, verbunden durch ein Gelenk AG mit dem seine Drehachse in M habenden Winkel=Hebel AMB. Zwei über den Hebel herabhängende Sperrklinken O und P wirken so auf das Sperrrad D, daß beim Niedergange des Hebels die Klinke O das Rad um einen oder einige Zähne fortschiebt, während beim Aufwärtsgange des Hebels die Klinke O über die Zähne hinweggleitet und die Klinke P das Rad wieder um einen oder einige Zähne nach der ersten Richtung fortschiebt, wodurch also die auf= und niedergehende Stange EF dem Rade D die in kleineren Absätzen stattfindende Bewegung mittheilt.

Fig. 136. Fig. 136 ist eine der vorigen ähnliche Vorrichtung, wobei aber die Sperrklinken O und P auf beiden Seiten des Sperrrades D liegen und die eine Klinke O in einem Haken endigend zieht, und eine Ziehklinke, auch Ziehtatze, während die andere P eine Schubklinke oder Schubtatze heißt.

Fig. 137 und 138. Fig. 137 und 138. Construction für die Anordnungen Fig. 135 und 136. — Wenn die Umdrehungswinkel, der Hebel AMB und der Winkel, um welchen das Sperrrad bei jedem Anhube fortgeschoben werden soll, gegeben sind, so kann man die übrige Einrichtung des Sperrrades mit den Sperrklinken durch Rechnung und graphische Construction finden. Es seyen AB und QE Fig. 137 und 138 die zwei oder drei Zähne fassenden Bogen, um welche das Sperrrad bei jedem Anhube fortgeschoben werden soll, also ACB und QCE die entsprechenden Umdrehungswinkel; ferner seyen FH und QK Berührungslinien durch die Mitte dieser Bogen, so construire man zur Sehne AB und zum gegebenen Umdrehungswinkel ALB des Hebels den Halbmesser AL = BL = FL, und mache die in der Richtung CQ liegende QN diesem Halbmesser gleich. Man legt ferner durch die Punkte L und N Parallele zu FH und QK, welche sich im Drehpunkte M des Hebels schneiden, und braucht jetzt nur noch die Perpendikel MH und MK zu fällen, um die Länge der Sperrklinken FH und QK zu erhalten.

Fig. 139. Fig. 139. Hier sind eine ziehende O und eine schiebende Schubtatze P mit der Stange EF, ohne einen Zwischenhebel, in unmittelbare Ver=

bindung gebracht, wobei die Schubtatze P durch eine Feder R gegen das Bl. 55.
Sperrrad D angedrückt und das Zurückgehen desselben durch einen Sperrhaken L verhindert wird.

4) Kronen-Sperrrad.

Fig. 140. Ein cylindrisches Sperrrad D, Kronen-Sperrrad genannt, Fig. 140.
wird durch die hin- und hergehende Stange EF in langsame Kreisbewegung versetzt, was durch folgende Anordnung geschieht. — Mit der Stange EF sind zwei Gelenke AG und AH, und mit diesen zwei andere HC und GC verbunden, welch letztere sich an der verlängerten Achse C des Rades D bewegen, und von denen jedes einen Sperrhaken O und P trägt, welche abwechslungsweise so auf das Rad D wirken, daß, wenn die Stange EF vom Rade auswärts geht, der Haken P das Rad D in der Richtung des angegebenen Pfeiles schiebt, während der Haken O über die Zähne hinweggleitet, während bei der Bewegung der Stange gegen den Radmittelpunkt C der Haken P gleitet und den von O schiebt.

§. 191.

c. Die kreisförmig wiederkehrende Bewegung verwandelt in stetige geradlinige Bewegung.

Gewöhnlich verwandelt man die stetige geradlinige Bewegung zuerst in stetige oder fortgehende Kreisbewegung, und leitet die wiederkehrende oder absetzende Kreisbewegung erst aus dieser ab. Wo aber große Lasten durch kleine Kräfte bewegt werden müssen, oder die Bewegung eine sehr langsame seyn darf, dort bedient man sich öfters der Vorrichtung Fig. 141—146, mittelst welcher die kreisförmig wiederkehrende Bewegung unmittelbar in geradlinig fortschreitende Bewegung umgesetzt wird.

1) Verticale Sperrstangen mit Doppelklinken.

Fig. 141, 142 und 143 AB ist ein seine Drehachse in C habender Hebel, mit welchem zwei Sperrhaken O und P verbunden sind, Fig. 141 bis 144
welche in die verzahnte Sperrstange EF so eingreifen, daß, wenn der Hebel AB eine kreisförmig wiederkehrende Bewegung erhält, immer der eine Sperrhaken die Stange EF in die Höhe schiebt, während der andere über die Zähne hinweggleitet.

In Fig. 144 wirken O und P schiebend und werden durch ihr eigenes Gewicht und dadurch, daß man ihre Drehpunkte am Hebel AC in gehöriger Entfernung von der Drehachse C placirt, im Eingriffe erhalten; in Fig. 142 wirken die vom Hebel AB herabhängenden Sperrhaken O und P schiebend oder hebend, und jeder derselben wird entweder durch eine Feder L oder durch ein Gegengewicht M gegen die Zähne der Stange

Bl. 55. E F gedrückt, und in Fig. 143 vermeidet man Gegengewichte und Federn, indem man die beiden Sperrhaken O und P in abgekröpfter Form sich überkreuzen läßt, wo sie auch schiebend, eigentlich hebend wirken. In diesen Vorrichtungen kann die gezahnte Stange E F entweder seitwärts des Hebels A B placirt werden, wo dann die Sperrhaken eine doppelte Krümmung erhalten müssen, oder, was noch besser ist, man spaltet den Hebel A B in der Nähe seiner Drehachse C und läßt die Stange E F in der Mitte durchgehen.

2) Horizontale Sperrstange mit Doppelklinke.

Fig. 145. Fig. 144 und 145 ist A C der Hebel, welcher seine Drehachse in C hat und in zwei Armen C B und C D endiget, von welchen die Klinken O und P ausgehen, welche hier beide schiebend wirken, während in Fig. 145 nur O schiebt, P aber zieht, weßwegen hier der Hebelarm B D so gespalten seyn muß, daß die Stange E F sich frei dazwischen bewegen kann; ebenso muß auch die Ziehklinke P entweder doppelt oder gegen die Stange E F hin abgekröpft seyn.

3) Sperrstange mit beweglicher und ruhender Klinke.

Fig. 146. Fig. 146. Mit dem etwas nach abwärts gekröpften Hebel A C B, welcher seinen Drehpunkt in C hat, ist eine in die Zähne der Sperrstange E F eingreifende Schubtatze O verbunden, und unter- oder oberhalb dieser ein fester Sperrkegel P, welcher, wenn durch das Abwärtsdrücken des Hebels bei A die Stange mittelst der Klinke O um einen oder mehrere Zähne gehoben wurde, deren Zurückgehen verhindert. Man wird einsehen, daß beim Auswärtsgehen des Hebels A C B die Stange in Ruhe bleibt, weßwegen diese Vorrichtung nur da, wo die Bewegung große Pausen gestattet, oder wo große Lasten mit geringer Kraft gehoben werden müssen, gleich den Hebeladen Anwendung findet.

§. 192.

d. Die absetzende Kreisbewegung soll verwandelt werden in stetige Kreisbewegung.

1) Kurbel und Lenkstange können, sowie zur Verwandlung der kreisförmig fortgehenden Bewegung in kreisförmig absetzende, auch hier zum Umsetzen der absetzenden Kreisbewegung in stetige Kreisbewegung benützt werden, nur muß für den letzteren Zweck mit der Kurbel oder einer anderen Welle ein Schwungrad verbunden werden, damit die Kurbelwarze über die todten Punkte hinweggeführt, und die Bewegung eine möglichst gleichförmige wird.

Fig. 147. Fig. 147. C A und M B sind zwei gleiche Kurbeln, verbunden durch eine Stange A B, deren Länge gleich C M ist; die Achsen der Kurbel-

Wellen sind parallel zu einander. — Angenommen, die Kurbel CA Bl. 55.
bewege sich im Halbkreise DEFG hin und her, so wird die Kurbel MA, vorausgesetzt, daß ihre Welle M eine hinreichende Masse hat oder mit einem Schwungrade versehen ist, wenn die Warze A der Kurbel CA in F angekommen ist, ihre Bewegung noch über L hinaus fortsetzen, und bis die Kurbel CA wieder in die Lage CD kommt, den ganzen Kreis HKLNH durchlaufen haben, wobei also, würde die Kurbel CA sich ganz im Kreise herumbewegen und erst dann wieder umkehren, die Kurbel MB zwei Umgänge machen müßte.

Fig. 148. Dieser Vorrichtung kann man sich bedienen, wenn die Fig. 148
Centrallinie CM der vorigen Fig. 147 nicht durch die Rückkehrpunkte D und F gehen kann. Dieselbe besteht aus zwei Kurbeln C A und MB, von welchen jede eine Schubstange A R und BK hat, welche beide mit einem um die Drehachse O beweglichen Hebel KR verbunden sind. Die kreisförmig wiederkehrende Bewegung findet an der Kurbel CA und in dem Halbkreise DGF statt, so daß D und F Rückkehrpunkte sind. Die graphische Construction für diese Vorrichtung ist folgende:

Man ziehe durch die Rückkehrpunkte DF eine Gerade DL und mit dieser durch den Mittelpunkt M der andern Kurbel eine Parallele MN und verbinde beide durch einen Perpendikel NL als Mittellinie für den Hebel KR; aus L trage man den Kurbel-Radius CA von L nach P und R′, dann aus N den Kurbel-Radius MB nach S und Q. Man ziehe nun PQ, welche die Geraden ML in O, als dem Hebelpunkt schneidet, und die Länge des Hebels KR gibt. Die Länge der Schubstange A R ist gleich DP oder FR′, sowie die BK = ist TS oder UQ.

Fig. 149 ist eine andere Vorrichtung der Art mit einem einarmigen Fig. 149.
Hebel OH. — Die kreisförmig wiederkehrende Bewegung der Kurbel CA findet im Halbkreise DGF statt, wo D und F wieder Rückkehrpunkte sind. An der Kurbelwarze A ist eine Stelze AH eingehängt, und diese in H mit einem Hebel HO, der seine Drehachse in O hat, verbunden; vom Hebel HO geht eine zweite Stelze KB aus, welche mit einer Kurbel MB in Verbindung steht, auf deren Achse M ein Schwungrad aufgezogen ist, dessen Bewegung eine kreisförmig fortgehende seyn muß. Außerdem ist diese Vorrichtung so eingerichtet, daß, wenn die ursprüngliche Bewegung eine geradlinig fortschreitend wiederkehrende ist, diese zuerst in eine kreisförmig wiederkehrende umgesetzt wird, was mittelst einer auf der Kurbelwelle C sitzenden Trommel und zwei um diese geschlagene Ketten, a a, b b, von welchen die eine unterhalb an der geradlinig hin- und herbewegten Stange VW, die andere oben befestigt ist, geschieht.

2) Das Laufgetriebe.

Bl. 55. Fig. 149 B. Fig. 149 B. AC ist ein Hebel (Balancier), der seine Drehachse in C hat; mit ihm ist eine Stelze AF verbunden, welche an ihrem Ende F ein cylindrisches Rad mit äußeren Zähnen G trägt, welches fest mit der Stange AF verbunden ist und in ein anderes Stirnrad H eingreift, das auf der Schwungradachse M fest aufgesteckt ist. Durch ein an beiden Achsen bewegliches Gelenk o l werden beide Räder im Eingriffe erhalten. Wir haben diese Vorrichtung früher schon einmal besprochen und angeführt, daß bei gleich großen Rädern während eines Auf- und Niederganges des Balancier AC das Rad G zwei Umgänge machen wird etc.

3) Das Links- und Rechtsgetriebe.

Fig. 150. Fig. 150. Die Welle AB hat die kreisförmig wiederkehrende Bewegung, auf ihr sitzt ein conisches Rad c fest, welches in zwei andere conische Räder F und E eingreift, welche beide auf ihre Achse A^2B^2 rund aufgesteckt sind; ihnen zunächst auf der nämlichen Achse sind Sperrräder H und L fest aufgesteckt, deren Zähne in entgegengesetzter Richtung zu einander stehen, und in deren jedes ein Sperrkegel G und K eingreift, welche an den conischen Rädern E und F ihre Drehachsen haben. Aus dem früher Gesagten über Sperrräder wird einleuchten, daß, wenn gleich die conischen Räder E und F sich nach entgegengesetzter Richtung umdrehen, die Welle A^2B^2 sich dennoch nur nach einer Richtung drehen kann, indem die Bewegung der Welle A^2B^2 beim Rückgange des conischen Rades durch ihre Masse oder die eines Schwungrades fortgesetzt wird, während die beiden Schenkel über die Zähne ihrer Sperrräder hinweggleiten.

Fig. 151. Fig. 151. Die nämliche Aufgabe durch Stirnräder gelöst, wobei ABC das oscillirende Rad ist, welches in die beiden F und K eingreift, an deren Wellen zwei Stirnräder fest stecken, durch welche beide Wellen eine stetige Bewegung erhalten.

4) Theilweise verzahnte Räder.

Fig. 152. Fig. 152. Die kreisförmig wiederkehrende Bewegung findet an der Welle AB statt, an welcher zwei conische Räder FF und GG fest aufgesteckt sind, welche abwechslungsweise in ein halbgezahntes conisches Rad DE eingreifen; die Anordnung muß hiebei so getroffen werden, daß die gezahnten und ungezahnten Bogen des Rades DE gleich sind den gezahnten Bogen der Räder F und G, welche dieselben bei jeder Oscillation zurücklegen.

5) Sperrrad mit Schwungrad.

Fig. 153. Fig. 153. C ist die oscillirende Welle, auf welche ein Seil- oder Riemlauf fest aufgesteckt ist; H ist die mit einem Schwungrade versehene, kreisförmig fortschreitend zu bewegende Welle, auf welcher ebenfalls ein dem ersten entsprechender Seil- oder Riemlauf DE, jedoch rund aufgesteckt

ist, und welcher einen Sperrkegel L trägt, der in ein an der Schwung- Bl. 55. Fig. 153.
radachse F, zunächst dem Schnurlaufe D fest aufgestecktes Sperrrad H greift; über beide Läufe A und D ist ein Band oder Seil ohne Ende A D E B A gelegt und gehörig gespannt. Wenn sich das oscillirende Rad A in der Richtung seines Pfeiles dreht, so wirkt die Sperrklinke L auf das Sperrrad H und dreht die Welle F mit dem Schwungrade in der nämlichen Richtung; obwohl nun beim Rückwärtsgange des Rades A der Sperrkegel über die Zähne des Sperrrades H hingleitet, so wird die Welle vermöge der Trägheit des mit ihr verbundenen Schwungrades dennoch ihre Bewegung fortsetzen, bis die Welle C ihre erste Bewegung wieder erhält.

Fig. 154. C A B ist ein Balancier oder Wagbalken, der seine Dreh- Fig. 154.
achse in C hat und an seinem einen Ende ein Kreis-Segment A B trägt, an dem ein Seil A H befestigt ist, welches außerdem um einen Seil- oder Riemlauf I K geschlagen ist, welcher an der ein Schwungrad tragenden Welle L rund aufgesteckt und mit einem Sperrkegel H versehen ist, der in ein Sperrrad K eingreift, welches fest auf der kreisförmig fortgehenden Welle L sitzt. Das Gewicht P hält das Seil gespannt, wenn der Hebel C A B aufwärts bewegt wird, während der Sperrkegel über die Zähne hinweggleitet und das Schwungrad die Welle L in der einmal begonnenen Bewegung erhält.

6) Kronensperrräder.

Fig. 155. A B ist ein horizontales Sperrrad (Kronensperrrad ge- Fig. 155.
nannt); D C ist ein um C beweglicher Hebel mit zwei Sperrkegeln F und E. Wird der Hebel gegen A bewegt, so schiebt der Sperrkegel F das Kronrad um einen Zahn fort, während der andere Sperrkegel E über einen andern Zahn hingleitet; wird der Hebel gegen B bewegt, so schiebt der Sperrkegel E das Rad um einen Zahn fort, während der Sperrkegel F über einen andern hingleitet.

Fig. 156. Hier wird durch das Kronensperrrad A B die Drehungs- Fig. 156.
Bewegung rechtwinklig fortgepflanzt. Die ober dem Rade liegende Welle D E wird durch einen Hebel E C in oscillirende Bewegung versetzt, und es greifen die an ihr festsitzenden Sperrklinken zwischen die Zähne des Sperrrades.

Bl. 35. **D. Verwandlung der abwechselnden Bewegung in der geraden Linie und im Kreise in eine andere gleicher Art.**

Blatt 35. Fig. 157 — 171.

§. 193.

a. Fortpflanzung der abwechselnden geradlinigen Bewegung.

1) Hiezu kann man alle Vorrichtungen benützen, durch welche die stetige geradlinige Bewegung fortgepflanzt wird;

2) kann man die abwechselnde stetige zuerst in eine stetige oder abwechselnde Kreisbewegung verwandeln und aus dieser die gewünschte absetzende geradlinige Bewegung ableiten.

§. 194.

b. Umänderung der abwechselnden geradlinigen Bewegung in abwechselnde kreisförmige.

Hiezu können im allgemeinen jene Vorrichtungen benützt werden, durch welche die geradlinig stetige Bewegung in kreisförmig stetige verwandelt wird; außer diesen hat man noch folgende:

1) Das um eine Welle geschlungene Seil.

Fig. 157. Fig. 157. Ein Seil ABD, um eine Welle C geschlungen, wird, wenn an dessen Enden A und B abwechselnd angezogen wird, die Welle C in eine schwingende Bewegung versetzen.

Fig. 158. Fig. 158. Wenn man die Kraft nur einem Angriffspunkte A geben kann, so legt man ein Seil ohne Ende um die Welle C und führt selbes über Leitrollen D und E. Wird an dem Angriffspunkte A das Seil geradlinig vor- und rückwärts bewegt, so wird die Welle C absetzend umgedreht.

Fig. 159. Fig. 159. Indem man die beiden Schnur-Enden AB durch einen Bügel verbindet, erhält man den sogenannten Dreh- oder Fiedelbogen, der an der Handhebe A (Heft A) geradlinig hin- und hergeführt, einer Scheibe oder Rolle C eine kreisförmig hin- und hergehende Bewegung ertheilt und in dieser Art in der praktischen Mechanik beim Drehstuhle der Uhrmacher, dann zum Bohren häufig Anwendung findet.

Fig. 160. Fig. 160. Eine Schnur ist bei B an einer elastischen Stange (Wippe) EB befestiget, über die Welle oder Scheibe C geschlagen und mit dem andern Ende an einer Trittbank, welche in F eine Drehachse hat, befestiget; eine Vorrichtung, welche bei den ältesten Drehbänken vielfältig angewendet wurde.

Statt der Seile kann man Zahnstangen, in welche Zahnräder eingreifen, anwenden.

2) Balancier mit Ketten.

Fig. 161. Ein Balancier, an seinen beiden Enden EF Kreissegmente Bl. 35. Fig. 161.
tragend, an welchen sich Ketten ED und FG, die an ihren anderen Enden an der Stange befestiget sind, auf- und abwickeln. Wenn eine Stange beim Hin- und Hergange Kraft ausüben muß, so kann man zwei Ketten, wie in Fig. 74 Blatt 33, anwenden.

3) Hebel-Verbindungen.

Fig. 162. Die Scheere, bestehend aus einer hin- und hergehenden Fig. 162.
Stange AF, aus den Scheerarmen BH und CG, die sich um ihre gemeinsame Achse P drehen, und aus den Verbindungsstücken AB und AC, welche unter einander durch Scharniere A, B, C und P verbunden sind. Wo der Ausschub von beträchtlicher Länge werden und die ganze Vorrichtung doch in einem kleinen Raum zurückgehen soll, verbindet man mit den Enden H und G durch Scharniere, wie bei B und C, neue Gelenke u. s. f. — Die Bewegung der Scheere ist leicht einzusehen und wird ohnehin fast jedem bekannt seyn, indem selbe bei mehreren Kinderspielzeugen angewendet ist.

Fig. 163. Das einfache Kniegelenk. Die geradlinig auf- Fig. 163.
und abgehende Stange EF ist mittelst des Kniegelenkes CB mit einem seine Drehachse in M habenden Hebel AB durch Scharniere C und B verbunden, wodurch der Hebel eine schwingende Bewegung erhält. Die schwingende Bewegung des Hebels wird am regelmäßigsten, wenn man die Construction, so wie in Fig. 163[b] anordnet, wobei die Achse der Stange Fig. 163 b.
EF den Sinus versus BD des größten Ausschweifungs-Winkels des Hebels BM halbirt. Setzt man den Hub B'' B' der Stange EF = s, den Drehungswinkel B'MB'' des Hebels = a und den Hebelarm MB = r, so muß $r = \frac{s}{2 \sin. \frac{1}{2} a}$ gemacht werden. Die Länge des Gelenkes CB ist beliebig, jedoch ist es wegen Verminderung der Reibung gut, dieselbe möglichst groß zu machen. Statt des Gelenkes BC kann man eine der Vorrichtungen Fig. 164 oder 165 gebrauchen. — In Fig. 164 ist die Fig. 164.
Stange EF mit zwei vorstehenden Daumen D und C versehen welche auf eine am Hebelende B befindliche Frictionsrolle A wirken, und dadurch dem Hebel AB die kreisförmig wiederkehrende Bewegung ertheilen. In Fig. 165 ist der Hebel oB an seinem Ende o mit einer Gabel versehen, an Fig. 165.
deren beiden Zinken cd, ef ein cylindrischer in der Stange EF festsitzender Bolzen o wirkt.

4) Gegenlenker.

Unter diesem Namen begreift man solche Vorrichtungen, welche meist angewendet werden, um die senkrechte Bewegung einer Kolbenstange mittelst eines Balancier in eine kreisförmig wiederkehrende zu verwandeln

Bl. 35. oder umgekehrt, die oscillirende Bewegung des Balancier in eine geradlinig wiederkehrende Bewegung umzuwandeln.

Fig. 166. Fig. 166. Balancier mit Zahn-Sectoren. Zwei gleich lange Balanciers MB und NC sind mit Zahn-Sectoren C und B und durch zwei Gelenke GH und DK mit der Kolbenstange EF verbunden, welche in der auf der Centrallinie MN senkrechten Geraden HF bewegt wird. Diese Vorrichtung ist jedoch nur für langsame und sanfte Bewegungen zu gebrauchen.

Fig. 167. Fig. 167. Der Contrebalancier. Schon einmal in Fig. 98 Blatt 34 aufgeführt, wobei die Hebel AB und LM als von ganz gleicher Länge bezeichnet wurden. Der Contrebalancier LM muß jedoch nicht die gleiche Länge mit dem Hauptbalancier AB haben, sondern kann auch kürzer seyn als dieser, was bei beschränktem Raume oft gute Dienste thut. Die Bewegung der Stange EF ist zwar nicht ganz geradlinig; allein die Abweichung ist meist so gering, daß man sie in der Praxis vernächlässigen kann, und selbe wegen ihrer Einfachheit und Dauerhaftigkeit gerne anwendet.

Fig. 168. Fig. 168. Construction für die vorige Vorrichtung. Es sey A′A″ der Hub der Stange EF und so, daß der Winkel A′BA″ nicht über 60⁰ betrage, so setzt man den Balancier wieder in die höchste A′B, in die mittlere AB und in die tiefste Lage A″B, halbirt den Sinus versus AD seines größten Ausschweifungswinkels, und legt durch den Halbirungspunkt G die Gerade N′NN″, welche die Kolbenachse für die Stange EF gibt. Man nimmt nun eine beliebige Länge AN als halb für das Gelenk AL in den Cirkel und schneidet von einem Endpunkte A des Balancier AB den Punkt N auf der Bewegungslinie N′N″ als solche, in welcher die Kolbenstange eingehängt wird, ab, zieht die Gerade AL als Mittellinie des Gelenkes und trägt dessen halbe Länge AN auch nach L, zieht das Gelenk nun auch in der höchsten Lage A′N′L′ und in der tiefsten Lage A″N″L″ und sucht für die Gelenk-Endpunkte L′, L und L″ den Mittelpunkt M ihres Kreises, welcher den Drehpunkt des Contrebalancier oder Gegenlenkers gibt, während ML dessen Länge ist.

Fig. 169. Fig. 169 ist der eben beschriebenen Vorrichtung mit dem Contrebalancier ganz ähnlich und unterscheidet sich von jener bloß darin, daß hier der Lenker LM ober dem Balancier AB liegt, dessen größter Ausschweifungs-Winkel A′BA″ auch hier nicht über 60⁰ betragen soll. Die Construction ist sonst ganz dieselbe wie Fig. 168.

Fig. 170. Fig. 170. Das Watt'sche Parallelogramm, von seinem Erfinder Watt, sonst auch Scharnier, bewegliches Parallelogramm oder Storchenschnabel genannt, ist eine der vorzüglichsten und daher auch am häufigsten, besonders bei Dampfmaschinen und Gebläsen angeordneten Vorrichtungen. Die Bestandtheile dieser Vorrichtung sind folgende:

a) Der Balancier A B mit seiner Drehachse B; Bl. 55. Fig. 170.

b) zwei Hängeisen oder Hängschienen A' N' und H' I', wovon A' N' das äußere und H' I' das innere Hängeisen heißt, und welche beide um im Balancier A' B befestigte Bolzen A' und H' beweglich sind;

c) die Parallelstange N' I' durch Bolzen N' I' mit den Hängeisen A' N' und H' I' verbunden, und endlich

d) der Lenker I' M, der in M seine feste Drehachse hat, in I' aber an denselben Bolzen eingehängt ist, welcher das innere Hängeisen I' H' mit der Parallelstange N' I' verbindet; deßgleichen ist an dem Bolzen N' die Kolbenstange E F eingehängt und wieder so angeordnet, daß ihre Achse E F den Sinus versus A D des größten Ausschweifungswinkels in G halbirt. Es versteht sich wohl von selbst, daß das Hängeisen mit der Parallelstange und dem Lenker auf jeder Seite des Balancier, also doppelt vorhanden ist, so daß der Balancier mit dem Parallelogramm und der Kolbenstange zwischen den beiden Lenkern durchgehen kann.

Die Länge der Hängeisen A' N' und H' I', die aber unter sich genau gleich seyn müssen, ist beliebig, jedoch ist es besser, selbe größer zu nehmen. Die Länge der Parallelstangen I' N' = A' H' ist gleichfalls beliebig; allein von ihr hängt die Lage des Drehpunktes M für den Lenker I' M ab. Ist die Länge A' H' oder I' N' kleiner als die Hälfte der halben Balancier-Länge A' B, so fällt M allemal über die Achse E F der Kolbenstange und zwar um so weiter hinaus, je kleiner A' H' im Verhältnisse zu A' B genommen wird; ist A' H' größer als ½ A' B, so fällt M innerhalb E F hinein, und ist A' H' gleich ½ A' B, so fällt M in die Ebene der Kolbenachse E F. Dieser letzte Fall findet die meiste Anwendung, und bei ihm wird dann die Länge M I' des Lenkers gleich A' H'; in den beiden andern Fällen muß die Länge gesucht werden, was ganz wie bei den Gegenlenkern dadurch geschieht, daß man das Parallelogramm in drei Lagen, gewöhnlich in der höchsten A' N' I' H', dann in der mittleren A N I H, dann in der niedrigsten A'' N'' I'' H'' zeichnet und nun den Mittelpunkt M desjenigen Kreises sucht, in dessen Peripherie I'' I und I' liegen, welcher Mittelpunkt M dann Drehpunkt des Lenkers M I' wird, dessen Länge M I = dem Radius dieses Kreises ist. Wenn der Balancier seine wagrechte mittlere Lage A B einnimmt, so fällt die Mittellinie von M I' zusammen mit dem Mittel N' I', so daß beide in derselben wagrechten Ebene M N I liegen. Manchmal geschieht es daß der Lenker M I' statt in I' in einem andern, in der Verlängerung von H' I' liegenden Punkte eingehängt wird, wobei übrigens weiter nichts geändert wird, als daß der Drehpunkt M des Lenkers M I' mit Rücksicht auf jenen ersten Punkt gesucht werden muß und tiefer herunterfällt. — Auch bei dem

Bl. 35. Fig 170. Watt'schen Parallelogramm findet die Bewegung des Punktes N', an welchem die Kolbenstange E F angehängt ist, nicht ohne Abweichung von der geraden Kolben-Achse E G F statt, gleich den Vorrichtungen mit den Gegenlenkern; jedoch beträgt die Abweichung nicht so viel wie bei diesen, welche in der Praxis meist vernachlässiget wird.

Fig. 171. Fig. 171. Die Schaukel, auch Schwinge genannt, besteht aus einem Balancier A'' B'', der seine Drehachse in B'' hat, die aber nicht fest ist, sondern in einer Schwinge B'' O liegt, welche Schwinge ihrerseits aber eine feste Drehachse in O hat. Ein Lenker M L'', dessen Länge = A'' L'' oder L'' B'', wobei L'' genau auf der Mitte von A'' B'' liegen muß, ist in L'' an einem mit dem Balancier festverbundenen Bolzen eingehängt und hat in M eine feste Drehachse; dieselbe liegt einerseits in der wagrechten Ebene, für deren Spur M B genommen werden kann, und in der mittleren Lage des Balancier, und halbirt also dessen Ausschweifungs-Winkel A' B'' A''; anderseits muß M in jener auf M B senkrecht stehenden Ebene liegen, welche durch die Kolbenachse N' A M N'' geht. Der Drehpunkt O der Schwinge B'' O wird so gelegt, daß er in jener auf M B senkrechten Ebene B O liegt, welche den Winkel B'' O B halbirt. Es ist immer gut, die Länge B'' O groß zu machen, weil dann der Sinus versus des von B'' beschriebenen Bogens um so kleiner wird, je größer B O ist.

Fig. 172. Fig. 172. Der Balancier C' B A'' ist in einer die Achse tragenden Hülse o p verschiebbar; der Balancier hat einen an seinem hintern Ende C' eingegliederten Lenker C' M, der seine feste Drehachse in M hat. Ist der Hub A' A'', dann die Länge A'' B und B C' gegeben, so setzt man das Ganze in die höchste, mittlere und tiefste Lage, und sucht für die drei Punkte C, C' und C'', als in einem Kreise liegend, dessen Mittelpunkt M, wodurch auch in dessen Radius M C die Länge des Lenkers bestimmt ist. Das Ganze ist eine schöne Idee, dürfte aber zur Ausführung nicht sonderlich zu empfehlen seyn.

Fig. 173. 5) Fig. 173 ist eine Vorrichtung, bei welcher die Kolbenachse vollkommen in der Geraden E F ohne alle Seiten-Abweichung bleibt. Diese Vorrichtung besteht aus folgenden Theilen:

a) dem Balancier A'' B,

b) zwei Gelenken A'' N und I N, an welchen die Kolbenstange, deren Achse, wie bei den früheren, den Sinus versus A D des größten Ausschweifungswinkels des Balancier in G halbirt, eingehängt ist.

c) einem Lenker M L, dessen Drehachse M genau in dem Punkte angebracht ist, welchen der Aufhängpunkt N'' der Kolbenstange beim halben Hube einnimmt, und dessen Ende L durch einen Bolzen auf der

Mitte des Gelenkes I N mit diesem verbunden ist, das andere Ende des Gelenkes I N trägt eine Frictionsrolle I, welche innerhalb einer Spur O P, deren Mittel I M senkrecht auf der Hublinie E F steht und nach M gerichtet ist, gleitet. Bl. 35. Fig. 173.

Die Anordnung beruht darauf, daß, wenn sich eine gerade Linie I N so bewegt, daß deren Endpunkte I und N in den Schenkeln eines rechten Winkels N M und M I fortrücken, jeder Punkt in derselben eine Ellipse, die Mitte L'' aber einen Kreis beschreibt; wenn umgekehrt der Endpunkt I in einem Schenkel eines rechten Winkels fortgeht und die Mitte L'' einen Kreis beschreibt, indem sie z. B. von dem Lenker M L ergriffen wird, so muß nothwendig das andere Ende N des Gelenkes I N im anderen Schenkel N' M des rechten Winkels fortlaufen.

Fig. 174. In der eben beschriebenen Vorrichtung kann die Bewegung in der Spur O P nicht ganz regelmäßig vor sich gehen, deßwegen ersetzt man dieselbe, wie hier in Fig. 174, durch einen zweiten Lenker P I'', der in P eine feste Drehachse hat. Da aber der Endpunkt I'' einen Kreisbogen I'' I I' beschreibt, so geht die Bewegung nicht ganz ohne Abweichung vor sich, was aber der Fall wäre, wenn man ihn unendlich lang machen könnte. Um daher diese Abweichung möglichst gering zu bekommen, macht man diesen Lenker I'' P so lang es eben seyn kann. Fig. 174.

§. 195.

c. Die abwechselnde Kreisbewegung soll in abwechselnde geradlinige Bewegung umgeändert werden.

Hiezu dienen alle jene Vorrichtungen, mittelst welcher man die stetige Kreisbewegung in eine geradlinige Bewegung verwandelt. Hiezu sind also zu rechnen, die unter §. 182 und §. 183 beschriebenen, Taf. 32 Fig. 18—22 dargestellten, dann die unter §. 187 beschriebenen, und in Taf. 33 und 34 Fig. 54—113 gezeichneten Vorrichtungen. Deßgleichen wendet man hiezu noch die unter §. 194 aufgeführten und auf Taf. 35 Fig. 161—174 gezeichneten Vorrichtungen an.

§. 196.

d. Die absetzende Kreisbewegung soll in eine andere Bewegung derselben Art umgeändert werden.

Hiezu kann man zunächst alle Vorrichtungen gebrauchen, durch welche die stetige Kreisbewegung in eine andere gleicher Art verwandelt wird. Dieselben sind unter §. 184 beschrieben und auf Taf. 32 Fig. 30—44 dargestellt. Ferner werden auch die unter §. 188 beschriebenen und auf Taf. 34 Fig. 114—132 gezeichneten Vorrichtungen gebraucht, welche

Bl. 35. wir dort als diejenigen aufgeführt haben, womit man stetige Kreisbewegungen in wiederkehrende Kreisbewegungen verwandelt. Deßgleichen gehören hieher noch einige von den (S. 292 — 294) beschriebenen Vorrichtungen, mittelst welcher man die stetige Kreisbewegung in absetzende Kreisbewegung verwandelt, z. B. die Vorrichtungen Fig. 147 bis 149 B Taf. 35.

Zusammengesetzte Bewegungen oder Bewegungen in einer krummen Linie.

Die zusammengesetzte oder krummlinige Bewegung wird durch Vereinigung von einfachen Bewegungen erzeugt, und wir unterscheiden hiebei A Bewegung in ebenen Curven, und B Bewegung in doppelt gekrümmten oder windschiefen Curven.

A. Bewegung in einer ebenen Curve.

Blatt 35. Fig. 175—181.

Diese Bewegungen können erzeugt werden:

a) durch Vereinigung von zwei geradlinigen Bewegungen, die zwischen sich irgend einen Winkel, z. B. einen rechten einschließen.

b) durch Verbindung einer geradlinigen Bewegung mit einer Kreisbewegung, wobei die geradlinige Bewegung ihre Richtung unausgesetzt behalten, oder ihre Richtung mit der Kreisbewegung verändern kann, so daß sie immer denselben Winkel, z. B. den rechten mit dieser einschließt, wo dann auf die erste Weise die Cykloiden, auf die zweite die Spirallinien entstehen;

c) durch Vereinigung von zwei Kreisbewegungen. Hieraus entstehen z. B. die Epi- und Hypocykloiden.

§. 197.

a. Zusammensetzung von zwei geradlinigen Bewegungen.

In folgender Zusammensetzung ist die Art und Weise, zwei gerad-
Fig. 175. linige Bewegungen zu verbinden, um eine bestimmte krummlinige Bewegung mit einer verlangten Geschwindigkeit zu erzeugen, allgemein aufgestellt. Fig. 175 A B und C D sind zwei in Leitungen liegende Stangen, welche mit willkürlicher Geschwindigkeit in der Richtung ihrer Achse fortgeschoben werden. Mit der Stange A B ist eine Scheere E F und mit der Stange C D eine solche G H fest verbunden, welche beide Scheeren aber so über einander liegen, daß durch sie ein Bolzen oder Stift P ge-

schoben werden kann, welcher bei der Bewegung beider Stangen in der Bl. 35. Fig. 175.
verlangten Curve fortgeht.

Das Verhältniß zwischen den Geschwindigkeiten, mit welchen beide Stangen fortgehen, bestimmt die Gestalt dieser Curve. Gehen beide Stangen gleichförmig oder beide gleichförmig verändert fort, so wird die erzeugte Curve eine gerade, in jedem andern Falle aber wird sie eine krumme Linie. Wird die eine Stange gleichförmig fortgeschoben, die andere aber gleichförmig beschleunigt oder gleichförmig verzögert bewegt, so ist das Resultat eine Parabel. Eine Gleichung zwischen den gleichzeitigen Wegen x und y der beiden Stangen drückt das Gesetz der krummen Linie aus, in welcher der Durchschnittspunkt **P** beider Stangen fortgeht. Wäre z. B. $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$, so würde die Curve eine Ellipse mit den Halbachsen a und b seyn. Ginge nun noch die eine Stange gleichförmig mit der Geschwindigkeit **C** fort, wäre also ihr in **t** Secunden zurückgelegter Weg $x = C\ t$, so müßte der Weg der zweiten Stange
$y = b \sqrt{1 - \left(\frac{Ct}{a}\right)^2}$ seyn. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Weg so wie der Weg in der Curve durchlaufen wird, läßt sich nur durch Differentialrechnung finden. Die dargestellte Vorrichtung besteht aus zwei gleich großen Zahnrädern **K** und **L**, welche von einem dritten Triebrade **M** in Bewegung gesetzt werden. Die Bewegung der Stangen **A B** und **C D** wird durch excentrische Scheiben bewerkstelliget, welche mit den Achsen **N** und **O** der Räder **K** und **L** fest verbunden sind, und von deren Gestalt und dem Verhältnisse zwischen den Rädern **K** und **L** die Gestalt und Größe der vom Stifte **P** zu zeichnenden Curve abhängt. Gesetzt, es soll bei gleicher Größe der Räder **K** und **L** die Curve die obige Ellipse seyn, wobei die eine Stange eine gleichförmig fortgehende Bewegung hat, so daß das Excentricum für diese Stange nach einer gemeinen (archimedischen) Spirallinie gestaltet sey, welche auf folgende Weise zu construiren ist. Man beschreibt mit einem beliebigen Radius N 0 aus N einen Kreis, theilt ihn in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, hier in 8, zieht Radien durch die Theilpunkte 1, 2, 3—8, und trägt von jenem Kreise aus auf dieselben Halbmesser proportionale Theile der Halbachse a; die hiedurch sich ergebenden Punkte 0, 1′, 2′, 3′ rc. liegen im Umfange des ersten Excentricums. Das Excentricum für die zweite Stange wird auf gleiche Weise durch Beschreibung eines Kreises, dessen Eintheilung und Zeichnung von Radien bestimmt. Wie die Anordnung zu treffen ist, wenn man andere krummlinige Bewegungen hervorbringen will, läßt sich nun leicht denken.

§. 198.

Bl. 35. **b. Zusammensetzung einer Kreisbewegung mit einer geradlinigen.**

Fg. 176 Fig. 176. Eine Stange A B trägt an ihrem einen Ende B eine Scheere, einen geschlitzten Querarm D E, und werde am andern Ende A von einer Kraft ergriffen, die sie in ihrer Achsen-Richtung progressiv bewegt. Die um C drehbare Scheibe H K hat einen radial laufenden Spalt, Schlitz F G, zwischen welchem und der Scheere D E ein Stift P eingeschoben ist. Dieser Stift nimmt die geradlinige Bewegung der Stange A B und die Kreisbewegung der Scheibe H K zugleich an und wird daher in einer Curve herumgeführt, deren Gesetzmäßigkeit von dem Verhältnisse oder von der Abhängigkeit zwischen den gleichzeitigen Wegen der beiden Spalten bestimmt wird. Die Stange A B kann durch eine excentrische Scheibe A L Q bewegt, das Ganze aber durch ein gezahntes Triebrad M, welches in die gezahnte Scheibe H K und in das auf der Welle des Excentricums Q sitzende Zahnrad eingreift, in Bewegung gesetzt werden. Die krummlinige Spur, in welche der an der Stange A B sitzende Bolzen A eingreift, kann auf ähnliche Weise construirt werden, wie die in Fig. 175.

Fig. 177. Fig. 177 ist eine andere Vorrichtung, bei welcher A B eine progressiv bewegte Stange ist, welche die Pfanne einer um C drehbaren Scheibe D trägt; F G ist eine Zahnstange, welche mit der Scheibe D im Eingriffe steht. Die Bewegungen beider Stangen bewirken ein Fortschreiten und ein Umlaufen der Scheibe D, die dem in ihr festsitzenden Stifte P eine krummlinige Bewegung ertheilt. Bleibt die Stange A B und also auch die Achse C unbeweglich, so beschreibt der Stift P nur einen Kreis; ist hingegen die Zahnstange F G fest, so beschreibt P eine gemeine Cykloide, wenn dieser Punkt im Umfange oder Theilkreise der Scheibe D liegt; eine gestreckte, wenn er innerhalb, und eine verkürzte, wenn er außerhalb dieses Kreises liegt. Die Bewegung der Stange kann entweder, wie bei den Vorrichtungen Fig. 175 und 176, von einem gemeinschaftlichen Triebrade M ausgehen, das in zwei Getriebräder eingreift, welche die Stange mittelst krummliniger Spuren fortschieben oder ziehen, oder es kann auf der Welle M des Excentricums M K, welches die Stange A B bewegt, ein Zahnrad H sitzen, welches in die Zahnstange F G eingreift und dieses in Bewegung setzt.

Fig. 178. Fig. 178. Eine mit einem Schlitze versehene Stange C M, in deren Schlitz sich eine den Stift P tragende Scheibe bewegen läßt, trägt an ihrem Ende M die Achse eines Zahnrades B D, welches in ein anderes

festliegendes Zahnrad E F greift und durch die, mit der Achse C fest verbundene Schiene M C mittelst einer Kurbel umgedreht, sich um das feste Rad E F wälzen und um seine eigene Achse M drehen muß. Auf der Achse des Rades B D sitzt ein Excentricum fest, in dessen Spur ein am Ende des Schiebers festsitzender Stift A läuft. Wird nun die Schiene M C um C gedreht, so nimmt der Stift P theils diese kreisförmige Bewegung an, geht aber auch gleichzeitig in radialer Richtung fort, und beschreibt sonach eine Spirallinie oder irgend eine andere Curve. Sind die Wege des Schiebers oder Stiftes den Umdrehungswinkeln proportional, so ist das Resultat der Bewegung die vorhin schon genannte gemeine oder archimedische Spirallinie. Steht der Schieber fest, d. i. läuft der Stift A in einer kreisförmigen, mit B D concentrischen Spur, so beschreibt P einen Kreis. Ueberhaupt entscheidet das Excentricum über die Gestalt der von P zu beschreibenden Curve, welche hier eine Ellipse ist. Da jedoch diese Vorrichtungen selten vorkommen, so übergehen wir die Berechnung und weitere Construction hier, so wie in den noch folgenden wenigen Vorrichtungen dieser Abtheilung. Bl. 35. Fig. 178.

§. 199.

c. Zusammensetzung von zwei Kreis-Bewegungen.

Fig. 179. D E ist eine um C drehbare Scheibe mit dem diametralen Schlitz F C G und H K eine zweite um M laufende Scheibe mit dem diametralen Schlitze L M N. Wo sich beide Schlitze kreuzen, steckt ein Stift P, welcher während der Drehung beider Scheiben eine gewisse Curve, hier gleichfalls eine Ellipse, beschreibt, deren Gestalt von dem Verhältnisse abhängt, in welchem die Geschwindigkeiten der beiden Scheiben zu einander stehen. Die eine Scheibe D E kann durch das um O laufende Treibrad Q R unmittelbar, und die andere Scheibe mittelst der in einer krummen Spur laufenden Zahnstange A und einem in sie greifenden Getriebe M in Bewegung gesetzt werden.

Fig. 180. Ist eine von den eben beschriebenen etwas abweichende Vorrichtung und besteht aus einer Zahnscheibe D E, welche sich um ihre eigene Achse und außerdem noch um die Achse des in sie greifenden großen Zahnrades F E dreht. Ein in der Zahnscheibe D E festsitzender Stift P beschreibt die gemeinschaftliche Curve, deren Gestalt von dem Verhältnisse abhängt, in welchem die Winkelgeschwindigkeit der Zahnscheibe D in Beziehung auf ihren Mittelpunkt C zur Winkelgeschwindigkeit von C in Beziehung auf die Umdrehungs-Achse M des größern Zahnrades F G steht. Fig. 180.

Bl. 35. Fig. 180. Die Scheibe D E kann die doppelte Drehungs-Bewegung auf folgende Weise erhalten: A B ist ein um die Achse O laufendes Triebrad, welches, in die innere Verzahnung des Rades F G greifend, dieses um seine Achse M dreht, und während das Rad F G gleichzeitig mit seinen äußeren Zähnen in das Rad D E greift, dieses um die Achse C dreht; H ist eine um O laufende Warze einer Kurbel, welche durch einen geraden oder krummlinigen Spalt oder Schlitz in die um die Achse M des Rades F G drehbare Schiene geschoben ist, welche zugleich die Achse C des Rades D E festhält. Wäre das Rad A B nicht vorhanden, also F G fest, so würde sich D E nur auf F G fortwälzen; in diesem Falle durchliefe P eine gemeine, gestreckte oder verkürzte Epicykloide, je nachdem P im Theilkreise von D E, innerhalb oder außerhalb desselben liegt. Wälzte sich D E auf dem inneren Umfange von F G, so würde P eine Hypocykloide beschreiben.

Fig. 181. Fig. 181. Der **Pantograph** oder **Storchschnabel**. Eine Vorrichtung für den Zweck zu einer Figur oder Curve eine ähnliche zu ziehen. Man kann diese Vorrichtung anwenden, um eine gewisse Bewegung, sey diese gerade, gebrochen oder krummlinig, in einem gegebenen Verhältnisse zu vergrößern oder zu verkleinern. Im Wesentlichen besteht diese Vorrichtung aus 4 Schienen oder Stangen, die unter einander durch Bolzen so verbunden sind, daß sie zwei ähnliche Dreiecke mit beliebig veränderlichen Winkeln bilden; M B C ist das eine und M b c das andere dieser Dreiecke. M ist eine feste Achse, um die sich das Ganze drehen läßt, und B, b, D, C sind Bolzen, um welche sich die Stangen drehen lassen. Damit die beiden Dreiecke in jeder Lage einander ähnlich bleiben, ist nöthig, daß der Winkel M b c dem Winkel M B C und $\frac{M\,b}{b\,c} = \frac{M\,B}{B\,C}$ sey. Die erste Bedingung wird erlangt, indem man B b = C D und D b = C B macht, dem Vierecke B b D C also die Gestalt eines Parallelogramms gibt; die zweite Bedingung erreicht man aber durch gehörige Auswahl des Punktes c.

Führt man den Punkt C nach C′, so geht der Stift c nach c′ und beschreibt einen Weg c c′, welcher mit C C′ parallel läuft; denn da $\frac{M\,c}{M\,C} = \frac{M\,b}{M\,B}$ und $\frac{M\,c'}{M\,C'} = \frac{M\,b'}{M\,B'}$ aber $\frac{M\,b}{M\,B} = \frac{M\,b'}{M\,B'}$ ist, so muß auch $\frac{M\,c}{M\,C} = \frac{M\,c'}{M\,C'}$, das ist, es muß das Dreieck M c c′ dem Dreiecke M C C ähnlich, und sonach c c′ parallel zu C C′ seyn.

Da sich nun aus ähnlichen Dreiecken M c c′ und M C C′ ähnliche Figuren zusammensetzen lassen, so wird auch der Stift c eine Figur durchlaufen, die derjenigen ähnlich ist, welche C bei der Umdrehung um M

beschreibt. Diese Aehnlichkeit wird aber auch noch dann stattfinden, wenn C in einer krummen Linie fortgeht, weil diese als aus unendlich kleinen geraden Linien bestehend gedacht werden kann. Bl. 35. Fig. 181.

Aus den Seiten M B = a und B C = D b = b und dem Verhältnisse $\frac{C\,C'}{c\,c'} = n$, in welchem die Seiten ähnlicher Figuren zu einander stehen sollen, ergeben sich die Seiten $M\,b = \frac{a}{n}$ und $b\,c = \frac{b}{n}$. —

B. Bewegung in doppelt krummen oder körperlichen Curven.

Blatt 35. Fig. 182.

Eine Bewegung in einer doppelt krummen oder windschiefen Curve wird erhalten, indem man drei in verschiedenen Ebenen liegende, einfache Bewegungen zusammensetzt.

§. 200.

Wenn man mit der Kreisbewegung eine geradlinige, nicht in gleicher Ebene mit jener liegende Bewegung verbindet, so ergibt sich, ohne daß man eine dritte einfache Bewegung hinzusetzt, schon eine Bewegung in eine körperliche Curve, die Schraubenlinien.

In Fig. 182 ist das Princip einer Vorrichtung zum Zeichnen von Schrauben-Linien, vielmehr zum Schraubenschneiden, dargestellt; A B ist ein in die Zahnräder C und D eingreifendes Treibrad, die Zahnräder C und D sind auf ihren Wellen E und F fest aufgesteckt; die Welle E ist eine männliche Schraube, Leitspindel genannt, uud hat eine Mutter K, mit welcher ein Stift H K verbunden ist, der bei K in einer gradlinigen, mit der Leitspindel-Achse E E parallelen Spur (Nuth) L L geht; F F ist der Cylinder, an welchem ein Gewinde angeschnitten werden soll, was durch die Spitze H des Stiftes H K geschieht, indem selbe geradlinig durch die Leitspindel E fortgeschoben, dabei aber die das Gewinde empfangende Spindel F F eine Bewegung um ihre Achse erhält. Wenn r und r′ die Radien der Räder C, D und h, h′ die entsprechenden Steigungen sind, so findet folgende Proportion statt: $\frac{h}{h'} = \frac{r}{r'}$. Um daher Schrauben mit verschiedenen Steigungen schneiden zu könnnen, ist nöthig, daß man r und r′ abändern könne, weßwegen bei diesen Vorrichtungen die Räder C und D in verschiedenen Größen vorhanden seyn müssen, um sie nach Bedürfniß wechseln zu können; auch müssen beide Lagen für die Achse M des Treibrades A B eine solche Anwendung erhalten, daß man sie mit diesen Rädern nach Bedürfniß verändern kann. Es ist uns aus der Abtheilung „Verzahnungen“ bekannt, daß, sobald sich die Größe Fig. 182.

Bl. 35. Fig. 182. von zwei in einander greifenden Zahnrädern ändert, auch die Form ihrer Zähne eine andere werden muß; dieser Bedingung kann nun aber hier bei den Schraubenschneidmaschinen Fig. 182, wo drei Räder, so wie bei andern Maschinen, wo oft deren noch mehr in einander greifen und oft mit anderen größeren und kleineren ausgewechselt werden müssen, nicht Genüge geleistet werden, wofür man Zähne möglichst klein anordnet, was bei den Schraubenschneid- und ähnlichen, nicht viel Kraft und Geschwindigkeit erfordernden Maschinen wohl angeht. In Fällen, wo Räder von verschiedenen Durchmessern in einander greifen, und man obigen Ausweg nicht einschlagen kann, formt man die Zähne nicht mehr nach Cykloiden, sondern nach Kreis-Evolventen, zu deren Evolute man den Theilkreis des kleinsten Rades nimmt.

Zehnte Abtheilung.

Hemmungen.

Blatt 36.

§. 201.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Die Unregelmäßigkeit der Wirkungsart der Kräfte, durch welche die Maschinen ihre Bewegung erhalten, einestheils, dann die Ungleichförmigkeit der Widerstände, welche die Maschinen zu überwinden haben, anderntheils, machen bestimmte Vorrichtungen nöthig, mittelst welcher jede Ungleichförmigkeit der bewegenden Kraft ausgeglichen und unschädlich gemacht, und jede Beschleunigung der Geschwindigkeit, die für den Effect der Maschinen nachtheilig und für die sie treibenden oder bedienenden Menschen und Thiere oft gefährlich werden kann, beseitiget wird.

Diese Vorrichtungen nennt man Hemmungen, und unterscheidet solche, mittelst welcher man die Bewegung einer Maschine hemmt, ohne die Wirkung der bewegenden Kraft zu unterbrechen, und solche, durch welche man die Maschinen der Wirkung der bewegenden Kraft entzieht, um eine andere Kraft darauf wirken zu lassen. Zu den ersteren gehören die bereits abgehandelten Auslösungen; zu den zweiten rechnen wir jene Mittel, durch welche eine Bewegung in aufeinander folgenden Zeiträumen verändert wird, und außer diesen noch die Moderatoren und Regulatoren, als diejenigen Vorrichtungen, durch welche die Wirkung der bewegenden Kraft regulirt und die Geschwindigkeit der Bewegung erhalten wird.

§. 202.

Vorrichtungen zur Veränderung der Bewegung in auf einander folgenden Zeiträumen.

Fig. 1 — 11.

1. Räder mit Einfallhaken. Bl. 56.

Fig. 1. Ein Seil-, Kettenrad oder Riemlauf A ist auf seiner Welle C so fixirt, daß es sich mit geringer Reibung um selbe drehen kann, also rund aufgesteckt; zunächst der einen ebenen Fläche des Rades A ist ein Arm B fest mit der Welle C, auf der nämlichen, ebenen Seite des Rades aber ein Einfallhaken F G mit dem Rade durch einen cylindrischen Bolzen D, um welchen sich der Einfallhaken drehen kann, mit dem Rade verbunden, welcher Einfallhaken durch eine Feder E gegen den Arm B angedrückt wird. Außerhalb des Rades ist ein fester Punkt H, ein Bolzen oder eine Frictionsrolle. — Wird nun das Rad A durch die Kurbel I, oder auf irgend eine Weise in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles gedreht, so wird eine an einer Kette oder einem Seile hängende Last L gehoben, bis der Einfallhaken F G an den festen Punkt H streift, wodurch der Arm B frei wird, dem Rade eine rückgängige Bewegung gestattet, und die Last niedersinkt, während die rotirende Bewegung der Welle fortgeht, bis der Kamm B wieder den Einfallhaken F H ergreift und das eben erklärte Spiel von Neuem beginnt.

2. Rammen.

Man nennt Rammen, Pfahlrammen jene Vorrichtungen, durch welche Pfähle zum Behufe der Grundverbesserungen, Wasserbauten rc. in den Boden eingeschlagen werden. Das Einschlagen mittelst der Ramme geschieht, indem man einen oft zehn und noch mehr Centner schweren Block, Hoyer (Rammklotz oder Rammbär genannt) an einem Seile 15′ — 30′ in die Höhe zieht und ihn dann auf den einzutreibenden Pfahl fallen läßt. Man unterscheidet gewöhnlich zweierlei Rammen, und nennt die einen Handzug-, Lauframmen oder Schlagwerke, die andern aber Kunst-, Maschinenrammen oder Maschinenschlagwerke. Beide haben gemein eine, meist aber zwei Säulen, Laufruthe genannt, welche gewöhnlich auf eine Art Rost, Schwellwerk, meist in senkrechter Richtung befestiget sind, oder eine solche Einrichtung haben, daß man ihnen nach Bedarf auch eine schiefe Stellung geben kann. Die Laufruthen dienen dem Rammklotze als Leitungen für seine Bewegung in gerader Richtung auf- und abwärts, und haben an ihrem oberen Ende eine Rolle, Rammscheibe, über welche das Seil (Rammtau) geht, durch welches der Rammbär aufgezogen wird.

Bl. 36. Bei den Handzug-Rammen ist das Zugseil an einem mit dem Rammbär festverbundenen eisernen Bügel oder Kloben eingebunden und endet in so viele Zugleinen (Stränge), als das Gewicht des Rammbären und die mit ihm verrichtete Arbeit Menschen erfordert, die — auf dem Schwellwerke oder dem Gerüste, auf welchem die Ramme aufgestellt wird, stehend — im Kreise vertheilt sind, den Rammbären mittelst der Zugleinen, in deren jede ein rundes Holzstück (Handfasser, Klöbel) quer eingebunden wird, mit beiden Händen fassend, schnell in die Höhe ziehen (schnellen), und, indem sie die Zugstränge gleichmäßig nachlassen, ihn wieder seinem eigenen Gewicht überlassen, vermöge dessen er von dem Zugseile auf den einzuschlagenden Pfahl niederfällt.

Die Maschinenrammen unterscheiden sich von den Handzugrammen zunächst durch schwerere Rammklötze, dann durch höhere Laufruthen, besonders aber darin, daß die Kräfte, durch welche sie getrieben werden, bei den Maschinen-, nicht mehr wie bei Handzugrammen, bloß Menschenkräfte allein zu seyn brauchen, sondern außer diesen auch Wasser-, Thier- und andere Kräfte seyn können, und hier durch Anordnung von Zwischen-Maschinen, als Vorgelege mit Zahnrädern, Laufräder ꝛc. weit vortheilhafter verwendet werden, und die Arbeit demnach rascher gefördert wird. Indem wir hiemit im allgemeinen einen Begriff von Rammen gegeben zu haben glauben, gehen wir auf das, was uns in dieser Abtheilung zunächst an ihnen interessirt, nämlich zu der Vorrichtung über, welche bei den Maschinenrammen das plötzliche Fallen des Rammbären bewirkt, deren
Fig. 2. wir in Fig. 2 — 4 drei aufgenommen haben, von welchen Fig. 2
Fig. 3. sehr allgemein für mittelschwere Rammklötze, Fig. 3 aber für schwere gebraucht wird. An beiden Vorrichtungen ist **A** der Rammbär, **B B** sind die Laufsäulen, **C** ist die Rolle, über welche das Rammtau **e e** geht, **h** ist ein im Bär eingegossener oder mit ihm festverbundener Bügel, Stichkramme, in welchen bei den Handzugrammen das Seil **e** eingebunden wird; bei den Maschinenrammen aber greift, wie hier in Fig. 2, der Haken **g** eines Schnellhebels **f g**, der in Fig. 3 doppelt vorhanden ist, ein. Diese Schnellhebel **f g** sind mit einem hölzernen, zwischen den Laufsäulen **B B** leicht auf- und abbeweglichen Quertheile **D D** durch einen Bolzen **m** verbunden, um den sich selbe drehen können. Im Quertheile **D D** ist ein Bügel **n** befestigt, an welchem das Rammtau **e** festgebunden ist. Am Obertheile der Laufsäulen **B B** ist Fig. 2 eine Walze **k** so befestigt, daß sich selbe nur um ihre Achse drehen kann; an diese Welle **k** streift der Schnellhebel **f g** mit seinem Ende **f**, sobald der Bär auf die gehörige Höhe gehoben ist, und drückt so den an seinem anderen Ende **g** befindlichen Haken **g** aus dem Bügel **h** des Bären **A**, wodurch dieser

fällt. Der Quertheil D D mit dem Bügel n und dem Schnellhebel f g muß so schwer seyn, daß, sobald der Bär gefallen ist, und man es sonst will, er das Seil e von der Welle, auf welche sich selbes während des Hebens des Bären aufgewickelt hat, wieder abwickelt, was dadurch noch erleichtert wird, daß man diese Welle von der andern Zwischenmaschine, dem Vorgelege, Laufrade ꝛc., mittelst einer Auslösung frei macht, worauf sie dann leicht im Stande ist, die rückgängige Bewegung anzunehmen. Ist der Quertheil D D bis auf den Bären A niedergegangen, so fällt der Haken g von selbst wieder in den Bügel h ein; durch Einrücken wird die Welle, auf welche sich das Seil aufwickelt, mit dem Vorgelege wieder verbunden und der Bär wieder in die Höhe gezogen. Fig. 3 werden die beiden Schnellhebel f^1 g^1 und f^2 g^2 durch eine Feder i auseinander gedrückt, damit die Haken $g^1 g^2$ nicht willkürlich auseinander gehen; statt der Welle k ist in den Laufruthen B B ein Querstück L L fest eingezapft, welches mit einem Loche versehen ist, an dessen Seitenwände o o die Schenkel f^1 f^2 der beiden Schnellhebel f^1 g^2 zusammengedrückt werden, wodurch sich die Haken $g^1 g^2$ aus dem Bügel h lösen, in Folge dessen der Rammkloß niederfällt. Bl. 36. Fig. 2 u. 3.

Fig. 4 haben wir eine, von dem königl. preußischen Wasserbau-Inspector Rothe ausgeführte Vorrichtung zum Betriebe einer Ramme durch Wasserkraft, und zwar mittelst eines Wasserrades. Ihre Einrichtung ist folgende: A ist der Bär, B eine der Laufruthen, e das Rammtau, welches am Bügel h des Bären A angeknüpft ist, und wie gewöhnlich über die am obersten Ende der Laufruthen placirte Rolle (hier nicht gezeichnet), dann hinter den Laufsäulen senkrecht über eine an einem besonderen Gestelle befestigte Leitrolle G ein Stück horizontal geht, sich um eine bewegliche Leitrolle H legt, und unterhalb wieder horizontal bis zu einer, an obigem Gestelle dem Pfahle F möglichst nahen, festen Rolle F geht und an einem, zunächst dem Kopfe des Pfahles F in diese eingeschlagenen Bandhaken g angeknüpft ist. Es ist also hier kein Quertheil D mit Schnellhebel, wie in der vorhin beschriebenen Ramme, Fig. 2, vorhanden, durch dessen Auslösung der Bär zum Fallen gebracht wird, sondern es muß, wie bei den Handzugrammen, das Rammtau mit dem Bären während des Fallens in Verbindung bleiben. Die Bewegung des Bären wird durch folgende Einrichtung vermittelt. Die Achse der beweglichen Rolle H ist in der einen Ecke L eines Parallelogramms K L M N gelagert, dessen feste Drehachsen K N rund am Gestelle befestigt sind; innerhalb des Parallelogramms ist die Welle C ebenfalls am Gestelle festgelagert, an welcher ein Riem- oder Seillauf E festsitzt, auf welchem mittelst eines Riemens x die Bewegung durch ein Gestänge vom Wasserrad aus über- Fig. 4.

Bl. 36. Fig. 4. getragen wird; an der Welle C ist ein gußeiserner Daumen D (Wellfuß) fest angesteckt, welcher auf eine, die Stäbe M N verbindende gußeiserne Platte O wirkt (das Parallelogramm ist doppelt), und, indem das Parallelogramm mit der Rolle H gegen M hindrückt, das Seil o anzieht und den Bär in die Höhe hebt; hat der Daumen D, wie hier gezeichnet, den höchsten Hubpunkt erreicht, so verläßt er die Platte O, und diese wird mit dem Parallelogramm und der Rolle H durch die Schwere des Rammbären während dessen Fallens bis zur Welle G zurückgeschnellt, wo dann der Daumen mit seinem ersten Angriffs-Punkte s auf die Platte O wieder zu wirken beginnt und den Bären neuerdings in die Höhe hebt.

3. Sperrräder.

Die Sperrräder sind uns aus der Abtheilung: „Verwandlung der Bewegungen“ schon bekannt und dienen dazu, die Bewegung in auf einander folgenden Zeit-Zwischenräumen zu verändern, wo man
Fig. 5. dann, wie in Fig. 5, das Sperrrad B auf die Welle A fest aufsteckt, zunächst B aber ein Rad C placirt, welches sich mit geringer Reibung um die Welle A drehen kann, und auf diesen den Sperrkegel d e f placirt, der um einen Bolzen e drehbar, durch eine auf seinen Schwanz d wirkende Feder g gegen die Zähne des Sperrrades B angedrückt wird, wodurch, wenn das Sperrrad mit seiner Welle in entgegengesetzter Richtung des nebenstehenden Pfeiles gedreht wird, das Rad C in Ruhe bleibt, bei umgekehrter Drehung aber, wo sich der Sperrkegel d e f gegen die Zähne des Sperrrades B stemmt, das Rad C genöthigt wird, die Bewegung mitzumachen.

Die Sperrräder finden vielfältige Anwendung zur Verhinderung einer rückgängigen Bewegung, wie bei den gewöhnlichen Wagenwinden, Hebladen, in Uhren zum Behufe des Spannens der als bewegende Kraft wirkenden Federn und Gewichte ꝛc. Außer diesen können Sperrräder auch bei großen Maschinen zur Aufhebung der Wirkung der bewegenden Kraft auf kurze Zeit, ohne daß die Bewegung einer Maschine gehemmt zu werden braucht, angewendet werden. Wir wollen über letzteren Gebrauch ein Beispiel hier aufführen. Thierische Kräfte werden in Gegenden, wo nicht hinlängliche Wasserkraft vorhanden ist, und wo das Maximum der zum Betriebe einer Maschine nöthigen Kraft 4—6 Pferdekräfte nicht übersteigt, vielfältig und zwar deßwegen angewendet, weil dieselben oft auch noch die wohlfeilsten Kräfte sind. Unter unseren verschiedenen Hausthieren werden Pferde und Ochsen am vortheilhaftesten und zwar durch Benützung ihrer Muskelkräfte, schiebend oder ziehend, in den Göpeln (Pferde- oder Ochsengöpel genannt) benützt.

Ein Göpel, Fig. 6, besteht aus einer verticalen Hauptwelle A, mit welcher ein conisches oder Kronrad B und noch besondere Zugarme D D verbunden sind, an welch letztere die Thiere angespannt werden, welche im Kreise gehend, dem Rade B eine rotirende Bewegung mittheilen, das dann in ein entsprechendes Getriebe C eingreift, durch dessen wagrechte Welle E die Bewegung auf die nöthige Weite fortgepflanzt wird. Wenn nun auf diese Weise, mit Benützung eines Pferdegöpels solche Maschinen getrieben werden, welche große Geschwindigkeit erfordern, die nur durch Uebersetzung mittelst Zahnräder oder Riemscheiben oder durch beide zugleich erreicht wird, und wobei gewöhnlich entweder ein eigenes Schwungrad schon vorhanden ist, oder die Zahnräder und andere wirksame Theile der Maschine, wie z. B. bei Mahlmühlen die Läufer mit einer Geschwindigkeit von 100—200 Umgängen per Minute gehend, die Wirkung eines Schwungrades vertreten, so ist man nicht im Stande, die Bewegung augenblicklich zu hemmen, indem der Läufer in Folge seiner Trägheit die ihm ertheilte Bewegung fortzusetzen sucht und erst allmählich zur Ruhe kommt. Würde daher ein den Pferden zugestoßener Unfall oder irgend ein anderer Umstand das augenblickliche Stillestehen des Göpels nothwendig machen, so könnte dieses gar nicht oder nur auf Kosten des Zerreißens von Zahnrädern oder deren Kämmen geschehen (bei Riemen geht es noch eher an, indem selbe auf ihren Scheiben schleifen können). Unter solchen Umständen sollte man stets auf eine Vorrichtung bedacht seyn, wodurch die nachtheiligen Wirkungen eines augenblicklichen Stillstandes für die Maschinen und die Thiere unschädlich gemacht werden können. Bl. 36. Fig. 6.

Fig. 7 haben wir eine solche Vorrichtung, welcher das Princip der Sperrräder zu Grunde liegt, dargestellt; B ist ein Theil des horizontalen, conischen oder Kronrades des Pferdegöpels und C das in selbes eingreifende Getriebe, auf seiner Welle E rund und so aufgesteckt, daß es sich mit leichter Reibung um sie drehen kann. Zunächst dem Getriebe ist ein eiserner Ring D D fest auf die Welle E aufgesteckt, der bei o einen hakenförmigen Vorsprung hat, mit welchem er sich an dem, in einen durch die ganze Nabe des Getriebes C durchgeführten Einschnitt p (Schlitz) eingelegten prismatischen Mitnehmer m anlegt. Der Schlitz m p, in welchem der Mitnehmer m liegt, ist gegen p hier noch um wenigstens den hakenförmigen Vorsprung o des Ringes D breiter als dieser, und der Mitnehmer m wird durch eine Feder s gegen den Ring D angedrückt. Es ist einleuchtend, daß, wenn das Rad B in der Richtung e f des nebenstehenden Pfeiles umgetrieben wird, das Getriebe C in der Richtung g h seines Pfeiles die Bewegung erhält und diese Bewegung durch Fig. 7.

Bl. 36. Fig. 7. den Mitnehmer m, der sich an den Vorsprung o des Ringes **D** stemmt, auch der Welle **E** mitgetheilt wird. Gesetzt nun, es würde das Rad **B** mit seinem Getriebe **C** plötzlich stille stehen, so würde sich die Welle **E** in Folge ihrer Verbindung mit dem Läufer und dessen Trägheit, in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles sammt dem mit ihr fest verbundenen Ringe **D** noch fortbewegen, dessen hakenförmiger Vorsprung o sich vom Mitnehmer m entfernt und nach einer beinahe ganzen Umdrehung unter den Mitnehmer m, mit seiner tangential-schief auslaufenden Fläche auf der anderen Seite r durchgeht, wodurch der Mitnehmer m in dem Schlitze p etwas gegen p hinaus, von der Feder aber sogleich wieder in seine erste Stelle hineingedrückt wird. Dieses wiederholt sich bei jedem Umgange der Welle **E**, wobei weder das Getriebe **C** noch das Rad **B** an der Bewegung der Welle **E** Theil nimmt.

Fig. 8. In Fig. 8 haben wir noch eine Vorrichtung aufgenommen, durch welche sich die an einem Göpel ziehenden Pferde selbst ausspannen, sobald der Widerstand, welchen dieselben zu überwinden haben, durch irgend einen Umstand so vergrößert würde, daß durch die größere Anstrengung der Thiere ein Zerreißen der Maschinen oder einzelner Theile eintreten könnte. Die am Brustriemen 1, 1, 1 befindlichen Zugstränge gehen durch die Oeffnung 2, 2 im Joche 4, 4, welches am Ende des Zugarmes 3′ befestiget ist. Dieser letztere ist mit der Göpelwelle verbunden, und in den Oeffnungen 2, 2 sind Rollen angebracht, um die Reibung zu vermindern. Am Ende eines jeden Zugstranges befindet sich ein Ring, der auf einem in der mit Zapfen versehenen Welle 5 angebrachten Stifte hängt, während diese sich um ihre Achse drehen läßt. Um die Welle 5 ist ein Seil geschlagen, welches erst über die Rollen 6, 6, 6 läuft und dann neben der Göpelwelle senkrecht herabhängt, an welche dasselbe mittelst des Gewichtes 7 befestigt ist.

Durch dieses letztere, welches jeden beliebigen Werth erhalten kann, läßt sich die Größe des Widerstandes bestimmen, welcher der von den angespannten Thieren anzuwendenden Gewalt höchstens gleich seyn soll. Nimmt man z. B. an, daß man den in Rede stehenden Widerstand auf 20 Pfund bestimmt habe, und daß etwa ein Stock in eines der Getriebe der Maschinen falle, so würde die Maschine ohne diese Vorrichtung zerbrechen, sobald die Thiere anfingen, stärker zu ziehen. Da nun aber die Kraft, welche sie anwenden, stets größer als der von dem als Regulator dienenden Gewichte erzeugte Widerstand werden muß, so muß sich die Welle 5 um einen Winkel von 90° drehen, und weil nun die Stifte nicht mehr lothrecht stehen, so gleiten die darauf gehängt gewesenen Ringe an den Enden der Zugstränge von selbst ab, die Thiere sind ausgespannt

und die Maschine kann keinen Schaden leiden. Durch die eben beschriebene Vorrichtung kann man auch bewirken, daß die Thiere, deren man sich zur Bewegung der Maschinen bedient, sich nicht stärker anstrengen können als man will, da man die Gränze ihrer Anstrengung stets durch das Gegengewicht bestimmen kann. Bl. 56.

4. Excentrischer Zaum.

Fig. 9. Gegen die krumme Fläche eines mit seiner Welle A fest verbundenen Rades B wird durch eine Feder s ein um einen festen Bolzen o beweglicher daumenähnlicher, excentrisch geformter Theil D C (Zügel, Spreize) gedrückt. Bewegt sich das Rad in der Richtung des Pfeiles, so wird seiner Bewegung außer der geringen Reibung, welche durch den Druck der Feder entsteht, kein Hinderniß im Wege stehen; wird aber die Richtung der Bewegung umgekehrt, so stemmt sich der Zügel mit dem excentrischen Theile C gegen die krumme Radfläche und hemmt allmählich dessen Bewegung; je kleiner der Winkel A o m genommmen wird, desto größer wird der an der Radperipherie erzeugte Widerstand. Der excentrische Zaum läßt sich auch, wie in Fig. 10, an den Seitenflächen eines Rades, oder, wie in Fig. 11, innerhalb eines solchen anbringen, wo er dann doppelt angeordnet wird. Fig. 9. Fig. 10 und 11.

§. 203.

Moderatoren.

Fig. 12—19.

Bei allen Maschinen gibt es eine bestimmte Gränze hinsichtlich der Geschwindigkeit ihrer Bewegung, welche, wenn sie unter dem Maximum derselben bleibt, entweder in quantitativer oder qualitativer Beziehung, meist aber in beiden zugleich, den Effect benachtheiligen. Eine gleiche Bewandtniß hat es, wenn die Geschwindigkeit über jenes Maximum hinaus beschleunigt wird; wohl würde in diesem Falle bei manchen Maschinen das Quantum der Arbeit verrichtet, ohne daß selbst die Qualität Schaden litte; allein in den meisten Fällen leidet nicht nur der Effect, sondern es tritt selbst Gefahr für die Maschinen, sowie für die sie treibenden Thiere oder bedienenden Menschen ein. Diesen Uebelständen zu begegnen, ordnet man die Moderatoren an, deren Zweck ist, jenen durch die Beschleunigung der Geschwindigkeit den Effect einer Maschine benachtheiligenden oder gefährlich werdenden Folgen vorzubauen und entgegenzuwirken.

Bl. 36. Die Reibung, auf deren Verringerung man fast überall den größten Bedacht nimmt, ist gerade hier das Hauptagens, welches dem Princip der Moderatoren zu Grunde liegt, und welche, statt sie zu vermindern, durch Moderatoren in größerem oder geringerem Grade vermehrt wird; weßwegen man sie auch immer nur da anwenden soll, wo die Wirkung einer bewegenden Kraft durch kein anderes Mittel regulirt werden kann.

Bekannt als Moderatoren sind der Windfang in den Schlagwerken der Uhren und Bratenwender, wo die bewegenden Kräfte Federn oder Gewichte sind, der Fallschirm der Luftschiffer und die Hemmungen der Uhren, deren nähere Beschreibung wir jedoch hier, als nicht in das Gebiet des größeren Maschinenbaues gehörend, unterlassen.

Allenthalben bekannt ist die Methode des Einsperrens oder Hemmens der Fuhrwerke auf den gewöhnlichen Kunststraßen mittelst des Rad- oder
Fig. 12. Hemmschuhes A B, Fig. 12, welcher beim Bergabwärtsfahren unter ein Rad, bei starken Ladungen auch unter jedes der zwei hinteren Räder C des Wagens eingelegt, die wälzende Reibung der Räder in die weit stärkere zwischen dem Radschuh und dem Boden entstehende gleitende Reibung verwandelt und dadurch einer gefährlichen Beschleunigung der Geschwindigkeit vorbeugt.

Pressen oder Premsen sind die am häufigsten gebrauchten und in den meisten Fällen auch die zweckmäßigsten Moderatoren, mittelst welcher der Gang einer Maschine augenblicklich unterbrochen oder deren Geschwindigkeit verzögert werden kann. Die Premsen werden hauptsächlich an solchen Maschinentheilen angebracht, welche eine rotirende Bewegung haben, wie Wellen, oder eigens mit diesen verbundene Räder oder Trommeln, auf welche mit einem ihrer Form entsprechenden Theil, entweder durch Schrauben, meist aber durch einfache oder mehrere in Verbindung gebrachte Hebel, ein solcher Druck ausgeübt werden kann, daß die hiedurch entstehende Reibung einen mit der Größe der Kraft wachsenden Widerstand erzeugt, welcher der Bewegung der Maschine entgegenwirkt und diese zum gänzlichen Stillstande bringen kann.

1. Premsen bei Fuhrwerken, welche auf gewöhnlichen Straßen gehen.

Fig. 13. Fig. 13. Ein quer über den Wagen, parallel mit der Achse der Hinterräder C C gehendes Holzstück D trägt, rechtwinkelig mit ihm verbunden, an jedem seiner Enden ein anderes Holzstück A B (Prems-

stück), von welchen jedes an seiner, dem Rade zugekehrten Seite i k l concav, der krummen Fläche des Rades entsprechend ausgearbeitet und meist ringsherum mit Eisen beschlagen ist. Auf das Querstück D wirkt eine mit einem runden Kopfe und einem in diesem beweglichen Schlüssel f g versehene Schraube E, und indem dieselbe angezogen wird, drückt sie D mit den Premsstücken A B an beide Räder C C, und bewirkt so nach und nach den gänzlichen Stillstand der Räder. Bl. 56. Fig. 13.

2. Premsen auf Eisenbahn-Wagen.

Fig. 14 ist die Anordnung einer Premse, dem Tender oder Munitions-Wagen einer Locomotive entnommen, bei welcher die zwei, auf einer Seite befindlichen Räder C und O gehemmt werden. A B und M N sind die aus hartem Holze bestehenden Premsstücke, welche beide durch Schrauben q q an zwei, durch ein Gelenk G H verbundenen Winkelhebeln D F R und H K L befestigt sind; F und K sind die mit dem Gestelle des Tenders fest verbundenen Drehachsen der beiden Hebel, auf deren einen D F R mittelst einer festen Schraube E, deren Mutter zwischen dem gabelförmigen Ende D des Hebels D F R beweglich ist, gewirkt werden kann. Wird diese Schraube nun angezogen (vorausgesetzt, daß es eine rechtgängige Schraube ist), so werden beide Premsen A B und M N stärker gegen die Räder gedrückt, diese nach und nach ganz am Drehen verhindert und so durch die vermehrte Reibung zwischen den Rädern und den Bahnschienen der Gang gehindert. Beim Losziehen der Schraube E entfernen sich die Premsstücke A B und M von den Rädern und gestatten diesen wieder das freie Umdrehen. Fig. 14.

3. Aufzug mit Premse.

Magazine, deren obere Stockwerke zur Aufnahme von Getreide, Waaren-Vorräthen &c. bestimmt sind, müssen mit Aufzügen versehen seyn, mittelst welcher man im Stande ist, bedeutende Lasten mit Anwendung geringer Kräfte sowohl aufzuziehen, als auch in möglichster Schnelle wieder herabzulassen.

Fig. 15 ist die Idee zu solch einem Aufzuge; A ist die Welle, auf welche sich das um eine Rolle m geschlagene Aufziehseil c wickelt, und an der ein Zahnrad B fest aufgesteckt ist, in welches ein Getriebe G eingreift, das unmittelbar durch die bewegende Kraft (gewöhnlich ein oder zwei Menschen an einer Kurbel) umgedreht wird; das Getriebe G ist rund Fig. 15.

Bl. 36. Fig. 15. auf seine Achse aufgesteckt und mit einer Auslösung versehen. D E F ist der sogenannte Preßbaum oder Premshebel, auf welchen das hölzerne Premsstück G H aufgefüttert und fest mit demselben verbunden ist; der Hebel D E F, dessen Drehachse in E ist, wird durch ein Gegengewicht F bei F niedergedrückt und durch ein Hinderniß r in einer solchen Lage erhalten, daß zwischen dem der Welle A anpassenden concaven Premsstücke G H und der Welle A noch ein kleiner Spielraum i k l bleibt. Soll nun eine am Seile c eingehängte Last L von einem oberen Stockwerke herabgelassen werden, so wird das Getriebe G ausgelöst und auf das Hebelende D gedrückt, wo dann durch die zwischen der Presse G H und der Welle A erzeugte Reibung die Geschwindigkeit, je nach dem verstärkten Drucke theilweise oder ganz aufgehoben wird, und man in seiner Macht hat, die Last schnell oder langsam herunterzulassen.

4. Selbstwirkende Premse.

Selbstwirkende Premsen wendet man gerne bei Aufzügen an, wo große Lasten gefördert werden müssen, und durch das Zerreißen des Zugseiles ꝛc. für die die Maschinen bedienenden Menschen oder Thiere Gefahr entstehen könnte.

In Fig. 16 und 17 haben wir zwei Beispiele solcher selbstwirkenden Premsen aufgenommen, bei welchen die in der Maschine stattfindende Bewegung die Presse selbst anzieht.

Fig. 16. In Fig. 16 ist A die Hauptwelle, auf welche sich das Zugseil c wickelt, und an der ein eigenes Premsrad (Trommel) C mit einem Sperrrade B fest aufgesteckt ist; D E F ist der Preßbaum, auf welchen das concave Premsstück G H, der krummen Fläche der Trommel C anpassend, aufgefüttert ist; der Hebel hat seine Drehachse in E und an seinem einen Ende ein Gewicht F, durch welches er, nebst noch einem anderen Hebel K I, der seine Drehachse in K hat, und auf eine, am Ende D des ersten Hebels angebrachte Frictionsrolle drückt, so weit in die Höhe gehoben wird, daß ein kleiner Raum i k l zwischen der Trommel C und dem Premsstücke G H bleibt; damit dieser Raum nicht zu groß wird, ist in r dem Hebel D E F ein Hinderniß entgegengestellt. Am Ende I des Hebels K I ist ein Seil m befestigt, an welchem ein Sperrhaken o eingebunden ist, der durch eine Feder gegen die Zähne des Sperrrades B angedrückt wird, übrigens so weit zurück kann, daß dem Sperrrade die freie Bewegung gestattet ist, jedoch am Ausweichen nach der Seite durch eine Klammer p gehindert wird. Wird sich nun die Welle A mit der Trommel C und dem Sperrrade B

in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles drehen, so wird hiefür kein Hinderniß im Wege seyn; gesetzt aber es würde diese Richtung in die entgegengesetzte verwandelt, so wird der Sperrhaken o angezogen, welcher den Hebel K I und dieser den andern D E F niederdrückt, wodurch die Presse in Wirksamkeit tritt und die weitere Bewegung der Maschine hemmt. Bl. 36. Fig. 16.

Um den Sperrhaken o von dem Sperrrade entfernt zu halten, könnte man sich auch des gespannten Zugseiles c c bedienen, um, wenn, was wohl auch manchmal geschieht, ein Zerreißen desselben eintritt, durch Eindrücken des Sperrhakens in das Sperrrad die Maschine plötzlich in Stillstand zu versetzen. Hiezu könnte folgende Vorrichtung dienen, welche, um Figuren zu ersparen, sogleich in die Fig. 16 eingezeichnet ist.

Eine am Sperrhaken o befestigte, über zwei Leitrollen t t gehende Schnur s s ist bei x mit einer, in der Scheide v w gleitenden Schiene x y verbunden, welch letztere eine Frictionsrolle u trägt; die Schnur s o ist gerade so lang, daß, wenn die Frictionsrolle am gespannten Zugseile c c anliegt, der Sperrhaken o vom Sperrrade B entfernt gehalten wird. Tritt nun ein Zerreißen des Seiles c ein, so drückt die Feder n den Sperrhaken o in das Sperrrad B, und die Premse bewirkt den Stillstand der Maschine.

Unter Fig. 17 ist eine andere Gattung **Aufzug mit selbstwirkender Premse** dargestellt. Solcher Aufzüge bedient man sich, um schwere Lasten, besonders Steine aus den Brüchen zu Tage zu fördern, wozu man gewöhnlich Menschenkräfte und zwar an dem sogenannten Spillenrade wirken läßt. Das Spillenrad B, gewöhnlich von einem Durchmesser zu 24′ und mehr Fuß, hat auf seinen zwei geraden Seiten Sprossen a a a ꝛc., an welchen der Mensch gleichsam wie auf einer Leiter steigt, und so durch sein Gewicht das Rad in rotirende Bewegung versetzt. Tritt nun hier, was wohl öfters geschieht, ein Zerreißen des Zugseiles c ein, so wird in Folge der durch das Gewicht des Menschen entstehenden Ueberschwere das Rad B sogleich eine rückgängige Bewegung annehmen und der Mensch hinweggeschleudert werden, oder auf eine andere Weise Schaden nehmen. Zur Verhinderung solcher Unglücksfälle kann folgende Anordnung dienen: die Welle A des Spillenrades B, an welcher sich das Zugseil c aufwickelt, ist auf einen Hebel D F gelagert, dessen Drehachse E in einem gabelförmigen, festen Ständer M liegt; an einem anderen festen Ständer N ist ein Punkt r, welcher dem Hebelende D als Hinderniß dient, daß der Hebel nur bis zu einer bestimmten Tiefe sinken kann; am anderen Fig. 17.

Bl. 56. Fig. 17. Hebelende F ist, gleich dem Läufer einer Schnellwage, ein Gewicht Q; an dem nach oben noch fortgehenden Ständer N hat der eigentliche Premshebel K I mit dem Premsstücke G H in K seine Drehachse, und ist an seinem anderen Ende I durch eine eiserne Schiene I L, welche sich um I und L bewegen kann, mit D F verbunden. Die Länge des Hebelarmes D F und die Größe des Gewichtes Q müssen so angeordnet werden, daß das ganze Spillenrad mit seiner Welle, dem Sperrrad B und dem Premsrade C und dem Seile, wenn an diesem keine Last hängt, in die Höhe gehoben wird, wodurch die Premse G H anfänglich niedergezogen wird und den Gang des Rades hemmt; wird nun aber an das Seil c eine Last angehängt, so wird der Hebel an seinem Ende D bis zu dem festen Hindernisse r niedergedrückt, hiedurch der Premsbaum I in die Höhe gehoben und die Premse frei, so daß dem Drehen des Spillenrades B um seine Welle A kein Hinderniß im Wege steht; gegen eine rückgängige Bewegung ist durch das Sperrrad B und den Fallkegel o gesorgt. Das Zerreißen des Seiles c würde zur Folge haben, daß durch den Hebel D E F und das Gewicht Q die Presse G H sogleich angezogen und ein Stoß unwirksam gemacht würde.

5. Aufzug einer Kunstmühle mit Premse.

Fig. 18. Fig. 18. In allen Fabriken, wo die Arbeiten in mehreren, über einander liegenden Stockwerken verrichtet werden, wie dieses auch bei den verbesserten Mahlmühlen (Kunstmühlen genannt) der Fall ist, sind Vorrichtungen, mittelst welcher Rohproducte und gefertigte Arbeiten schnell von einer Etage in die andere geschafft werden können, und deren sich auch Aufseher und Arbeiter zum Auf- und Abfahren bedienen können, eine wesentliche Bedingung. Wir haben deßwegen, und weil manchem unserer Leser solche Aufzüge vielleicht noch fremd sind, einen solchen Aufzug, der einer Württemberger Kunstmühle entnommen ist, in Fig. 18 dargestellt, welcher zum Aufziehen und Hinablassen des Getreides, sowie zum Auf- und Abfahren der Arbeiter, und so eingerichtet ist, daß man in jedem Augenblicke anhalten und auch weiter fahren kann. Diese Aufzüge sind daher auch in den obersten Stockwerken des Gebäudes, deren Kunstmühlen oft 4—6 haben, placirt, werden aber von jener Kraft, durch welche die anderen Maschinen getrieben werden, in Bewegung gesetzt. B ist eine Trommel, welche durch conische Räder q r in Gang gesetzt und in beständiger Bewegung erhalten wird. Von dieser Trommel B wird mittelst einer Gurte oder eines Riemens f die Bewegung auf einen großen Riemlauf C übergetragen, auf dessen Welle A sich das über eine Rolle m gehende Zugseil c c aufwickelt, an welchem der Schlitten R, auf dem

der Mensch steht oder die Säcke Q gestellt werden, befestigt ist. Die Welle A ist mit ihrem einen Zapfen o auf einem um die Drehachse E beweglichen Hebel E D gelagert, während der andere Zapfen p locker in einem unverrückbaren Zapfenlager liegt. Am Ende D des Hebels E D ist ein über eine Leitrolle n gelegtes und bis in die unterste Etage gehendes Seil h eingebunden, mittelst dessen der Hebel DE, und mit ihm die Welle A und der mit ihr festverbundene Riemlauf C in die Höhe und wieder niedergelassen werden kann. Seitwärts der geraden Fläche s t des Riemlaufes C ist am Gestelle des Aufzuges ein Holzstück G H (Premsstück) befestiget, an welches sich der Riemlauf C mit seiner ebenen Fläche s t, wenn er mittelst des Hebels E D niedergelassen wird, anlegt, wodurch die hiedurch entstehende Reibung die Bewegung sogleich aufhebt, und der Schlitten R in jeder beliebigen Höhe zum Stillstand gebracht werden kann. Wenn mittelst des Seiles h und des Hebels D E der Riemlauf C mit der Welle A nicht so hoch erhoben wird, daß der Riemen f die gehörige Spannung erhält, um die Welle mit der an ihr hängenden Last Q zu bewegen, so wird dadurch die Bewegung der Welle in die dem Aufziehen entgegengesetzte umgewandelt, und der Schlitten R geht abwärts, bei gehöriger Spannung des Riemens aber aufwärts, so daß durch einen Menschen, der das Seil h handhabt, die drei verschiedenen Arbeiten des Aufzuges, nämlich Aufziehen, an jeder beliebigen Höhe stille zu stehen, und das Herablassen ausgeführt werden können. Würde ein Mensch auf den Schlitten R stehen, so dürfte derselbe, im Falle er auffahren wollte, bloß am Seile h stark, beim Abwärtsfahren weniger stark anziehen, und beim Stillestehen selbes ganz auslassen. Bl. 36.

6. Premsen an Krahnen.

Fig. 19. Krahne oder Kraniche nennt man Maschinen, mittelst welcher Lasten auf eine bestimmte Höhe aufgezogen und an einen andern Ort hin verlegt werden. Der Krahne bedient man sich an Ausladungsplätzen der Flüsse, Eisenbahnen, zum Ausladen der Schiffe in Seehäfen, dann in Gießereien zum Emporheben größerer Gußtheile aus den Dammgruben oder Flaschen, bei Steinbrüchen und Bauten, sowie in großen Werkstätten und Maschinen-Fabriken. Da mittelst der Krahne nicht bloß Lasten in die Höhe gehoben, sondern solche auch niedergelassen werden müssen, so wendet man des letzteren halber, sowie zur Vermeidung der Gefahren, welchen die Arbeiter an Krahnen durch Ueberladen oder Brechen eines Theiles derselben ausgesetzt sind, die Premsen mit großem Vortheile an. Fig. 19.

Bl. 36. Fig. 19. Fig. 19 haben wir eine besonders gut construirte Premse von einem Krahne aufgenommen. A ist die Hauptachse des auf sie aufgesteckten gußeisernen Premsrades, D C E F der Premshebel, welcher bei D gehandhabt wird und in C eine feste Drehachse hat. An dem Ende E und F des Premshebels sind cylindrische Theile L und M eingescheert, von welchen fest mit ihnen verbunden ein, fast die ganze krumme Fläche des Premsrades B umfassender, aus zwei Stücken GH und HK, und in H durch ein Scharnier verbundener Reif aus dünnem, zähem Schmiedeisen ausgeht, der die Premse bildet, welche, wenn der Hebel an D nach aufwärts drückt, zugezogen, beim Nachlassen aber frei wird.

§. 204.

Regulatoren.

Fig. 20—27.

Unter den Regulatoren verstehen wir jene Vorrichtungen, welche ohne fremdes Zuthun, von der Maschine selbst in Wirksamkeit gesetzt, den Gang derselben regeln. Hiezu könnte man auch die Moderatoren, besonders Premsen verwenden; da aber durch dieselben immer ein großer Theil der bewegenden Kraft in Anspruch genommen wird, so wendet man sie hiezu nur selten an.

1. Die conischen oder Spiraltrommeln (bei Verwandlung der Bewegungen schon aufgeführt), deren man sich bei Aufzügen von Lasten aus bedeutenden Tiefen, wie bei Bergbauten zur Förderung der Erze durch die Schächte ꝛc., tiefen Brunnen ꝛc. bedient, gehören hieher. Ferner die Fig. 20 Schnecken der Stock- und Taschen-Uhren, Fig. 20; hiebei ist das eine Ende der spiralförmig gewundenen Feder r an der Welle A, ihr anderes Ende ist an der inneren krummen Fläche des Federhauses B, welches sich frei um die Feder drehen kann, befestigt. Auf der äußeren krummen Fläche des Federhauses B ist eine Kette n eingehenkt und zum Theil auf dem Federhause B, zum Theil auf der nach einer conischen Spirale gestalteten Schnecke o aufgewickelt, welche mit ihrer Welle und einem auf diese gleichfalls fest aufgesteckten Sperrad D vereiniget ist, so daß sich alle drei zugleich umdrehen müssen. Unterhalb des Sperrrades D und zunächst diesem ist auf der nämlichen Welle C ein Sperrrad E rund aufgesteckt, und mit einem durch eine Feder p gegen die Zähne des Sperrrades D angedrückten Sperrkegel m versehen. Wird nun die Welle C in der Richtung des nebenstehenden Pfeiles gedreht (aufgezogen), so wickelt sich die Kette n auf die Schnecke o auf und nöthiget das Federhaus B, die gleiche Drehung mitzumachen, wodurch die Feder r angespannt wird. Bleibt nun in diesem aufgezogenen Zustande das Ganze sich selbst über-

lassen, so wird die Feder in Folge der erhaltenen Spannung des Feder- Bl. 56. Fig. 20.
hauses B in der entgegengesetzten Richtung des Pfeiles sich drehen, und die Drehung auch durch die Ketten auf die Schnecke o und durch das Sperrrad D auf das in die anderen Uhrräder eingreifende Zahnrad E übertragen.

2. Centrifugal-Regulator (conisches Pendel). Fig. 21. Fig. 21.

Einer der vorzüglichsten und vielfach angewendeten ist der Centrifugal-Regulator, dessen Construction die Centrifugal- oder Fliehkraft zu Grunde liegt.

Folgendes ist die sinnreiche und dabei höchst einfache Anordnung: an der Hauptwelle A ist ein Riem- oder Schnurlauf E, von welchem die Bewegung durch die Schnur e vertical bis zu einer Leitrolle B und von da an in horizontaler Richtung mittelst eines zweiten, an der senkrechten Welle D aufgesteckten Schnurlaufes C fortgepflanzt wird. Die Welle D geht in einer auf einem Gestelle oder Pfannenträger Q befindlichen Pfanne o, und außer dieser geht die Welle D oberhalb in einem mit dem Maschinengestelle oder einem eigenen Hälter R verbundenen Halsbande p. Das obere Ende F der Welle D trägt scharnierartig in einander eingeschlitzt zwei Stäbe FG und FH, deren jedes Ende eine Kugel I und K trägt, welche ganz gleich schwer seyn müssen, weßwegen man sie gerne hohl, meist von Messing macht, um ihr dann durch Ausgießen mit Blei die gehörige gleiche Schwere geben zu können. Mit den Stäben H und G sind zwei andere Stäbe N und O, an ihren Enden v und x gabelförmig gestaltet, durch Bolzen, und ebenso die anderen Enden w und u mit einer an der Welle D in der Richtung ihrer Achse leicht beweglichen Muff r verbunden, welche nach abwärts eine Verlängerung mit einem Halse z hat, in welchem das gabelförmige Ende eines Hebels LMP liegt, der in M seine Drehachse hat.

Erhält nun die Welle D eine drehende Bewegung, so werden durch die Centrifugalkraft die Kugeln I und K um so mehr von ihrer Welle entfernt werden, je größer die Umdrehungs Geschwindigkeit dieser ist; dadurch wird mittelst der unter einander mit der Welle D und mit der Muff r verbundenen Stäbe FH, N, O, GF, die Muff r und der Hebel an seinem Ende L in die Höhe gezogen, sein anderes Ende P aber niedergedrückt, und hiedurch entweder eine Premse angezogen, ein Hahn oder Ventil geschlossen, oder eine Wasserrad-Schütze tiefer gestellt, dadurch der Wasser-Zufluß auf ein Rad vermindert und hiedurch die Wirkung der Kraft vermindert, sobald die Geschwindigkeit die für den Gang einer Maschine vorgeschriebenen Gränzen überschreitet. Läßt aber die Geschwindigkeit wieder nach, so nähern sich die Kugeln wieder der Welle D und drücken den

Bl. 56. Fig. 21. Hebel bei L wieder nieder, wodurch das andere Ende P in die Höhe steigt und die Premse abspannt, oder einen Hahn, ein Ventil oder die Wasserrad-Schütze wieder mehr öffnet, so daß die Wirkung der Kraft wieder zunimmt.

Der hier gezeichnete Regulator ist für eine Dampfmaschine construirt, wo seine Aufgabe ist, mittelst eines an seinem Ende P eingehängten Stabes PT, der seinerseits in T wieder mit einem Hebel S verbunden ist, eine Klappe ab (Trosselventil, wovon unterhalb ein Durchschnitt vorhanden ist) mehr zu öffnen oder zu schließen, und dadurch mehr oder weniger Dampf in den Arbeits-Cylinder der Maschine einzulassen; damit, wenn die Geschwindigkeit zu groß wird und die Klappe ab einmal geschlossen ist, diese durch das noch Höheraufsteigen der Muff r an der Welle D nicht wieder geöffnet werden kann, ist auf der Welle D ein Ring t, mit Stellschrauben befestigt, dann unterhalb ein Ansatz s, der das zu tiefe Niedersinken des Hebels verhindert, vorhanden.

Fig. 22. Fig. 22 ist derselbe Regulator, nur auf etwas andere Weise construirt und zum Niederdrücken einer Schütze y eingerichtet.

Fig. 23. Fig. 23 ist derselbe wieder auf eigene Art mit mehreren Kugeln zum Reguliren des Mahlganges einer Windmühle angeordnet.

Der obere bewegliche Stein, Läufer genannt, erhält wie gewöhnlich in Windmühlen vom oberen Mühleisen seine Bewegung und ruht auf dem unteren Mühleisen D, welches selbst wieder in der auf dem Stege liegenden Pfanne o steht. Auf dem Mühleisen D ist der Kranz fg befestigt, mit welchem vier Arme verbunden sind, in deren gabelförmigen Enden die Büchsen der Bolzen liegen; an den Bolzen sind vier eiserne Stangen H, an deren unteren Enden vier Kugeln K rc. befestigt sind, von denen jede 4—5 Pfund wiegt. Von den oberen Enden der gedachten Stange H gehen vier Zugstangen nach der Muff r r herab, welche, von jenen getragen, am Mühleisen D frei auf- und abwärts gleiten kann. An dieser Muff ist ein Hals z angebracht, in welchen das gabelförmige Ende des Hebels LMP greift, an dessen anderem Ende der Steg hängt, welcher sich um eine durch n gehende Achse drehen kann. Mit dem Läufer zugleich müssen nun sämmtliche Kugeln um die Achse des Mühleisens laufen, und sich, wenn ersterer bei stärkerem Winde schneller gedreht wird, von der Drehachse entfernen; dann sinkt die Muff r r und mit ihr zugleich das Ende L des Hebels LMP herab, wodurch dessen anderes Ende P, folglich auch der Steg und somit endlich auch der Läufer erhoben wird. Es hat also diese Anordnung zum Zwecke, den Läufer vom Bodensteine, sobald jener sich zu schnell umzudrehen anfängt, zu entfernen, damit das Mehl nicht zu heiß wird.

Wir erwähnen hier noch einer, ursprünglich in einer Pendeluhr an- Bl. 36.
gebrachten Vorrichtung, durch welche die veränderliche Wirkung der bewegenden Kraft auf die äußersten beweglichen Stücke der Uhr fast gleichförmig gemacht wird, und zwar dadurch, daß die Reibung mit der bewegenden Kraft zugleich zunimmt; diese Vorrichtung dürfte auch auf andere Fälle anwendbar seyn. Sie besteht aus drei Rädern, **A**, **B** und **C**, Fig. 24, welche auf einer Platte **E** angebracht sind; aus zwei Getrieben und Fig. 24
einer starken Feder, deren veränderlicher Drehpunkt nach Umständen in **F** liegt. Durch diese Feder geht in **D** der eine Zapfen des Rades **B**, und dieselbe drückt auf eine runde Scheibe, welche auf der Welle des Rades **C** befestigt ist. Nimmt man nun an, daß das Rad **A** durch eine veränderliche Kraft, z. B. durch eine Feder, nach der Richtung des Pfeiles gedreht werde, so wird dieses Rad um so stärker gegen das Getriebe des Rades **B** drücken, je größer die Kraft ist, welche auf dasselbe selbst wirkt. Da aber der Zapfen des Getriebes in die Feder greift, so wird diese gegen **B** gedrängt, mithin ihr äußeres Ende gegen die an der Welle des Rades **C** angebrachte Scheibe. Dadurch wird die Reibung im Umfange desselben bedeutend vergrößert, mithin das Uebermaß an Kraft im Rade **C**, welches stattfinden würde, wenn die Feder im Zustande der größten Spannung wäre, verhindert.

3. Momentan wirkende Regulatoren mit Federn.

In der Abtheilung „Kuppelungen" ist die Knie-Kuppelung oder Kuppelung mit beweglichem Gelenke dargestellt, auf welche wir uns zunächst nebst Fig. 25 Blatt 36 beziehen. Gesetzt nun, man Fig. 25
würde die eine Kurbel d e, Blatt 25 Fig. 67 und 68, weglassen, und sie durch eine cylindrische Trommel d, Fig. 25 Bl. 36, ersetzen, in welche eine Spiralfeder n n eingeschlossen ist, deren eines Ende am Umfange der Welle a, das andere Ende an der innern Fläche der Trommel d, wie bei dem Federhause der Uhren (Blatt 36 Fig. 20) befestigt ist, und die sich hier um ihre Welle drehen kann, so ist klar, daß die an der Seitenfläche der Trommel d befestigte Warze o durch das mit ihr vereinigte Zwischengelenk o f mit einer Kraft zieht, die erforderlich ist, um den Widerstand der Welle a zu bezwingen; dadurch wird die Spiralfeder angespannt, das Gehäuse d derselben dreht sich mehr oder weniger um seine Achse a, und der Winkel, welchen dasselbe beschreibt, wird die Größe der im Punkte f ausgeübten Kraft messen.

Durch eine einfache Vorrichtung, Fig. 26, läßt sich die Bewegung Fig. 26.
der Trommel d um ihre Welle auf eine Muff g, mit einem Schraubengewinde (Mutter) versehen, übertragen, deren Spindel die Welle a bildet. h i ist ein auf der ebenen Seitenfläche der Trommel d hervorragender

Bl. 36. Fig. 26. befestigter Stab, der durch ein Loch n eines zweiten, mit der Muff g festverbundenen Stabes n o durchgeht. So wie nun der Widerstand der Maschine vermehrt oder vermindert wird, schiebt sich die Muff g auf der Welle a, in Folge der relativen Bewegung der Trommel d um ihre Welle, vor- oder rückwärts, und setzt einen den Hals der Muff g umfassenden Hebel L M O in Bewegung, welcher mit einer Wasserrad-Schütze oder einem Hahne ꝛc. in Verbindung steht, und so diese mehr oder weniger öffnet oder schließt. Regulatoren mit Spiralfedern lassen sich jedoch nur da mit Vortheil anwenden, wo die von der Welle a auf die Welle b überzutragende Kraft nicht beträchtlich ist. Für größere Kräfte dürfte der Regulator auf folgende Weise anzuordnen seyn:

Fig. 27. a und b sind die beiden, in einer Richtung liegenden Wellen, von welchen a in o, b in m ihr Lager hat; auf dem verlänger-
Fig. 27. ten Halse der Welle a ist eine Scheibe c, mit auf ihrer einen ebenen Fläche vor- und gleich weit auseinander stehenden, cylindrischen Zapfen e, hier sechs an der Zahl, fest aufgesteckt; an dem verlängerten Halse der Welle a ist eine kleine Scheibe g fest aufgesteckt, an welcher eben so viele gerade, gleich weit vertheilte, biegsame stählerne Schienen f, radial ausgehend, befestiget sind, als Zapfen e an der Scheibe c vorhanden sind. Die äußeren Enden der Stahlschienen f legen sich gegen die Zapfen e, wodurch die rotirende Bewegung der einen Welle auf die andere übergetragen wird. G und H sind zwei gleich große cylindrische Räder, von welchen das eine G auf der Welle a, das andere H auf der Welle b fest aufgesteckt ist, und wovon H in ein an einer festgelagerten Schraubenspindel fest aufgestecktes Getriebe N, das andere Zahnrad G aber mit einem dem eben erwähnten gleich großen zweiten Getriebe P im Eingriffe steht. Das Getriebe P ist von größerer Länge als N, bildet die Mutter für die Spindel I und trägt an einer Seite einen Hals, in welchen ein gabelförmiger Hebel L M O, der seine Drehachse in M hat, eingreift, der mit seinem anderen Ende O auf einen Hahn oder eine Schütze wirkt. Es wird einleuchten, daß, wenn beide Wellen a und b sich mit gleicher Winkelgeschwindigkeit drehen, das als Mutter wirkende Getriebe P weder vor- noch rückwärts auf die Schraubenspindel I geschoben werden kann, sondern auf seiner Stelle bleiben muß. Gesetzt aber, es bewegen sich die Wellen a und b mit verschiedener Geschwindigkeit, so wird das Getriebe P sich auf der Schraubenspindel I um eine Größe verschieben, welche von der Größe der Bewegung der Federn f abhängt, und hiedurch auf den Hebel L M O wirken.

Eilfte Abtheilung.

Schwungräder.

Blatt 37 und 38.

§. 205.

Allgemeine Erklärung und Anordnung.

Die Beschaffenheit der von Maschinen zu verrichtenden Arbeiten erfordert meistens eine Gleichförmigkeit der Bewegung, und es muß um so mehr dahin getrachtet werden, eine solche zu erzielen, wo es nur thunlich ist, als ungleichförmige Bewegungen, besonders wenn sie nicht durch bestimmte Gesetze geregelt sind, eine Absorption von Kräften und nicht selten eine frühe Zerstörung einzelner Theile und ganzer Maschinen unvermeidlich zur Folge haben.

Es sind bereits in der vierten Abtheilung „Verzahnungen", dann der neunten Abtheilung „Verwandlung der Bewegungen" Mittel angegeben worden, durch welche man Gleichförmigkeit einer Bewegung annäherungsweise oder auch gänzlich erzielen kann, vorausgesetzt, daß die wirksamen Kräfte an und für sich gleiche Stärke haben, gleiche Geschwindigkeit erzeugen, und daß der Widerstand kein veränderlicher ist; da aber diese Voraussetzungen nur selten vorhanden sind, so trifft man solche Anordnungen, durch welche die Ungleichheiten einer Bewegung auf ein Minimum herabgebracht und, indem man auf strenge Gleichförmigkeit verzichtet, die Wirkungen einer veränderlichen Kraft oder eines veränderlichen Widerstandes unschädlich gemacht werden. Mittel hiefür sind die schon öfter erwähnten Schwungräder, deren Zweck dem Gesagten zufolge der ist, Gleichförmigkeit der Bewegung in Maschinen zu erzielen und zeitweise Veränderungen der Geschwindigkeit derselben in solche Gränzen einzuschließen, daß man sie als nicht variabel betrachten kann.

Die Schwungräder werden vielfach angewendet, in sehr kleinen Dimensionen und mit geringem Gewichte sowohl, als bei großen Abmessungen und bedeutender Schwere; häufig wird aber auch Mißbrauch mit deren Anwendung getrieben, indem bloße Empiriker nicht selten der Meinung sind, durch ein Schwungrad würde die Kraft vergrößert, während das Gegentheil stattfindet, und nur die Größe der Bewegung durch Vertheilung der Ungleichheiten der Kraft oder Last auf mehrere bewegte Theile ver-

größert, und so diese Ungleichheiten, wenn auch nicht gänzlich beseitigt, doch möglichst verkleinert und ausgeglichen werden. Schwungräder können daher auch nur da vortheilhaft angewendet werden, wo, wie bei den Arbeiten an der Kurbel, welche mit Anwendung thierischer Kräfte verrichtet werden, eine Ungleichförmigkeit in der Kraftäußerung oder eine veränderliche Winkelgeschwindigkeit vorhanden ist, wie dieses in Bezug auf letzteres bei Dampfmaschinen und anderen der Fall ist, wo die geradlinig wiederkehrende Bewegung der Kolbenstange in die continuirliche Kreisbewegung verwandelt werden muß, was bekanntlich am einfachsten mittelst einer Treibstange und Kurbel mit Schwungrad geschieht, dessen letzteren Trägheit allein nur jene Momente ausgleicht, wo die Kolbenstange im höchsten und niedrigsten Hubpunkte steht und die sogenannten todten Punkte der Kurbel als diejenigen vorhanden sind, bei welchen in Folge der Richtung der Treibstange zur Kurbel die durch erstere auf die letzte übertragene Kraft = 0 ist, und ein Stillstand unvermeidlich eintreten müßte; da aber das Schwungrad jene Kraft ganz aufgenommen hat, welche von der Kolbenstange in der Mitte ihres Laufes auf dasselbe übergetragen wurde, so kann es einen Theil jener empfangenen Wirkung in den bezeichneten beiden Momenten wieder abgeben, die Kurbel wird auf diese Weise über die todten Punkte hinübergeführt und die Bewegung regulirt. Jedes Schwungrad bildet sohin eine Art Kraftansammler, aber keineswegs einen Kraftvergrößerer, sondern im Gegentheil, es wird durch die Anwendung eines Schwungrades in Folge des oft beträchtlichen Gewichtes ein Druck auf die Zapfen ihrer Wellen ausgeübt, hiedurch, wie durch die schnelle Bewegung in der Luft ein Reibungswiderstand herbeigeführt und ein oft nicht unbeträchtlicher Theil der Wirkung der bewegenden Kraft absorbirt.

Schwungräder sollen daher nur in Anwendung gebracht werden:

a) wo die bewegende Kraft eine periodisch veränderliche Geschwindigkeit hat, wie bei den durch thierische Kräfte verrichteten Arbeiten an der Kurbel, den Dampfmaschinen u. dgl.;

b) bei periodisch veränderlichem Widerstande, bei Spinnmaschinen, Walz- und Hammerwerken, Sägmühlen, Drehbänken rc.;

c) wo Kraft und Last gleichzeitig veränderlich sind.

Da ferner die Größe der Wirkung der Schwungräder nur von der Größe der Bewegung abhängig ist, und hierüber nur die Geschwindigkeit und die Masse entscheidet, so sollte man, da mit einem kleineren Schwungrade bei größerer Geschwindigkeit das Gleiche erreicht wird als mit einem großen, langsamer gehenden — sowohl der Oekonomie halber, als besonders

auch des geringeren Reibungswiderstandes wegen — wo möglich den kleinen den Vorzug einräumen. Hinsichtlich der Stellung der Schwungräder ist zu bemerken, daß man im allgemeinen darauf sehen soll, dieselben so nahe als möglich an jene Maschinentheile hin zu placiren, deren Bewegung eine veränderliche, zu regulirende ist; deßgleichen sollen dieselben, wo es sonst thunlich ist, immer auf der am schnellsten gehenden Welle seyn, oder man muß eine Zwischenwelle anordnen und diese durch ein Vorgelege mit einer dem Angriffe der Kraft zunächst gelegenen, zu langsam gehenden Welle verbinden.

§. 206.

Eintheilung und Material der Schwungräder.

Man unterscheidet drei Gattungen von Schwungrädern, nämlich

a) Schwungräder im eigentlichen Sinne,
b) Schwungscheiben und
c) Schwungflügel.

Die eigentlichen Schwungräder haben, wie die Zahnräder einen im Ganzen oder aus Felgen zusammengesetzten, nur verhältnißmäßig starken Kranz, jedoch ohne Zähne, deßgleichen ähnliche, aber meist schwächer gehaltene Arme und Gehäuse oder Naben, wie jene. Das Material, aus welchem die Schwungräder gemacht werden, ist hartes Holz und Holz mit Eisen oder Blei, im kleinsten Verhältnisse Messing, am häufigsten aber Gußeisen und Gußeisen mit Holz. Hölzerne Schwungräder werden wenig mehr und meistens nur im kleinen Verhältniß ausgeführt, wie bei Spinnrädern, bei Drehbänken, Handmühlen und ähnlichen Maschinen; dieselben werden meistens auf eiserne Wellen oder Achsen aufgesteckt und durch Schrauben oder Keile mit diesen verbunden; man wählt hiezu hartes Holz, Eichen, Eschen oder Buchen, und setzt den Kranz aus Felgen zusammen, wie bei den hölzernen Zahnrädern, welche wie da durch hölzerne, auf beiden Seiten verkeilte Nägel oder durch eiserne Schrauben verbunden und, wo die Räder im Trocknen seyn können, auch auf einander geleimt werden. Die Arme werden in der Mitte über einander geblattet, vertreten so die Stelle der Nabe und werden in den Kranz eingezapft oder eingeblattet, und durch hölzerne Nägel oder Holz- oder Mutterschrauben mit dem Kranze verbunden.

Oefter wird an mehreren Stellen zur Vermehrung des Gewichtes Blei in den Kranz eingegossen, was am besten an der äußersten Peripherie wäre. Von Messing werden Schwungräder wegen des hohen Preises desselben im Verhältniß zum Eisen nur in kleinen Dimensionen gemacht und Kranz, Arme und Nabe in einem Stücke gegossen. Das Gußeisen

ist das Hauptmaterial, welches zu Schwungräder gebraucht wird; die Räder werden — so weit es geht — im Ganzen, auch aus zwei bis vier Stücken gegossen und zusammengeschraubt. Bei Schwungrädern größerer Gattung ist öfters der Kranz, dann Nabe und Arme, letztere zusammen in einem Stücke gegossen; bei noch größeren ist die Nabe und jeder Arm ein besonderes Stück, und der Kranz, hier Ring, Schwungring genannt, ist aus Felgen zusammengesetzt. Oefter sind Kranz und Nabe besonders gegossene Stücke, die Arme aus Holz und durch Schrauben mit jenen verbunden.

Schwungscheiben werden nur selten mehr angewendet; sie unterscheiden sich von den Schwungrädern darin, daß Nabe, Arme und der Kranz ein einziges Stück, eine Scheibe aus Holz bilden, welche aus mehreren Stücken zusammengesetzt und durch Verleimen, Düppeln oder Vernageln verbunden wird.

Schwungflügel finden gleichfalls nur eine geringe Anwendung; dieselben können nur bei Maschinen von schwächerer Wirkung, wie bei Siegel- und Münzpressen und ähnlichen, wo die Bewegung eine rotirend unterbrochen oder rückwärtsgehende ist, gebraucht werden; bei Maschinen größerer Wirkung aber, und wo die Schwungmasse eine rotirend fortgehende Bewegung hat, sind dieselben schon auch wegen der größeren Gefahr halber nicht zulässig. Die Schwungflügel bestehen gewöhnlich aus zwei, drei oder mehr Armen aus Schmiedeisen, und haben an ihren äußersten Enden Kugeln oder linsenförmige Metallmassen, welche die Stelle des Schwungringes vertreten.

§. 207.

Material, Eintheilung und Construction der Schwungräder im eigentlichen Sinne.

Da Schwungscheiben und Schwungflügel nur wenig vorkommen, eigentliche Schwungräder aus Holz des kleinen Gewichtes und der größeren Massen, dann ihrer geringen Festigkeit und Dauer wegen im Verhältniß zu den metallenen sehr selten mehr ausgeführt werden, so wollen wir in Nachfolgendem auch nur Constructionen, in Metall ausgeführt, betrachten. Wie schon angeführt, ist unter den Metallen vorzugsweise das Gußeisen, welches sich sowohl in Bezug der leichten Ausführung, in Bezug auf die Form der Schwungräder als auch der Billigkeit seines Preises wegen (das Pfund 7 — 8 kr.) am besten zu denselben eignet; Messing wäre in Bezug der Formannahme sowohl als des Gewichtes eben so passend hiefür, allein der hohe Preis (das Pfund 54 kr. bis 1 fl.) verbietet den

Gebrauch desselben im Großen. Im kleinsten Verhältnisse werden jedoch alljährlich viele Tausende von Schwungrädern aus diesem Material ausgeführt, nämlich die Regulatoren in Taschenuhren, bei welchen das Gewicht nun freilich keinen Ausschlag gibt bezüglich des Preises. Mit Rücksicht auf gute Bearbeitung und auf die Schönheit des Materials (Farbe) wird Messing auch noch in etwas größerem Verhältnisse zu Schwungrädern verwendet, wovon wir nachfolgend das erste Beispiel betrachten wollen, vor dessen Beschreibung wir bemerken, daß man die in Metall ausgeführten Schwungräder, mit Ausnahme der vorhin erwähnten Uhren-Regulatoren, in nachfolgender Art abtheilen kann.

1) Schwungräder der kleinsten Gattung,
2) Schwungräder größerer Gattung, und
3) Schwungräder der Mittel- und größten Gattung.

Bei den Schwungrädern der kleinsten und größern Gattung sind Nabe, Arme und Kranz aus gleichem Material und in einem Stücke gegossen; dieselben haben entweder gerade, radialstehende Arme, flach und möglichst dünn oder durch Rippen verstärkt; oder es sind die Arme krumm, meist flach Sförmig. Auf letztere Form hat erst in den letzten 20 Jahren die Erfahrung geführt; es ist nämlich wegen des leichtern Durchschneidens der Luft zweckmäßig, die Arme möglichst dünn zu machen, während der Kranz wegen des nöthigen Gewichtes viel stärkere Dimensionen erhalten muß; nach dem Gusse tritt das Abkühlen des Metalles bei den Armen wegen ihrer geringen Masse schneller ein als beim Kranze, in Folge dessen ein ungleiches Zusammenziehen (Schwinden) eintritt, wobei die geraden Arme oft schon sogleich abreißen oder sich in einer solchen Spannung befinden, daß dieses während der Ausarbeitung oder des Gebrauches erfolgt, wodurch unnütze Kosten und oft Unglücksfälle, Beschädigungen von andern Maschinentheilen ꝛc. herbeigeführt werden.

Diese Uebelstände unterbleiben bei krummen Armen, indem sich dieselben beim Zusammenziehen während des Erkaltens allmählich etwas flach biegen und so die gehörige Festigkeit behalten.

§. 208.

Schwungräder kleinster Gattung. Bl. 37

Blatt 37 Fig. 1—10.

Der Gebrauch der Schwungräder kleinster Gattung beschränkt sich theilweise nur auf Modelle von Maschinen, und von letzteren auf solche, welche nur geringen Kraftaufwand (eine Menschenkraft und darunter) erfordern;

Bl. 37. theils wendet man dieselben auch statt der Kurbeln an, besonders bei solchen Maschinen, wo eine langsame Bewegung Bedingung ist, wie bei Schraubenschneid- und Bohrmaschinen, Drehbänken, in welch letzterem Falle sie jedoch gewöhnlich nicht mehr als eigentliche Regulatoren functioniren, sondern nur, da sie wie die Kurbeln unmittelbar mit den Händen bewegt werden, eine größere Bequemlichkeit als diese gewähren, wobei auch das durch den Kurbelarm verursachte Uebergewicht größtentheils oder ganz wegfällt. Rädchen dieser Gattung, wie überhaupt die kleinen Schwungräder werden in einem Stück gegossen, und zwar jetzt durchweg aus Eisen. Dieselben erhalten zum besseren Anfassen mit den Händen meist wulstförmige Ringe und abgerundete Arme oder Speichen 3—6 an der Zahl, welche gerade, und aus dem schon angeführten Grunde, manchmal auch wegen Zierlichkeit, krumm geformt werden; die Nabe oder das Gehäuse ist cylindrisch mit rundem, vier- oder sechseckigem Loche zur Aufnahme der Achse, mit welcher es durch einen kleinen Schlüssel (Mitnehmer) oder durch eine Schraubenmutter verbunden wird.

Manchmal vertritt solch ein Rädchen auch eine kleine Scheibe, welche an ihrer Peripherie wulstförmig gedreht und randerirt (kraus gemacht) ist; öfter ist eine solche, wie die Speichen-Rädchen, mit einer kleinen, die Kurbelwarze vertretenden Handhabe versehen, durch welche die Bewegungs-Mittheilung stattfindet.

Fig. 1 und 2. Fig. 1 und 2 haben wir zwei Rädchen letzterer Gattung dargestellt, von welchen das erste sechs gerade Arme und keine Handhabe, das zweite vier krumme mit einer solchen hat; beide vertreten eine Kurbel an Stellschrauben, dieses bei einer Parallel-Drehbank, jenes an einer Maschine zur fabrikmäßigen Anfertigung sechseckiger Schraubenmuttern.

Fig. 3. Fig. 3 ist ein solches größerer Gattung mit einem Wulstkranz von kreisförmigem Querschnitte und sechs geraden, abgerundeten Speichen, in deren einer ein Loch a für die eingeschraubte Handhabe Q ist; es dient zum Bewegen einer Regulirungsschraube bei einer Maschine zur Anfertigung von Schraubenmuttern. Dieses, wie alle folgenden Schwungräder sind aus Gußeisen.

Fig. 4. Fig. 4, ähnlich dem vorigen, jedoch noch größer als dieses, und mit vier flachen, aber abgerundeten und krummen Armen; dasselbe befindet sich an der Getriebe-Achse eines Schützenzuges (Regulator, siehe Wasserräder) bei einer Turbine (horizontalem Wasserrade).

Fig. 5. Fig. 5 ist ein vom Verfasser construirtes Schwungrädchen im eigentlichen Wortsinne, mit einem Kranze von sechseckigem Querschnitte und sechs geraden Armen. Dasselbe wurde, wie das nächstfolgende, bei mehreren Modellen angewendet, welche in der unter dessen Leitung stehenden

Schule der praktischen Mechanik dahier für die polytechnische Schule Bl. 57.
München und andere derartige Anstalten ausgeführt worden sind, und gegenwärtig noch ausgeführt werden, und zwar früher in Messing, später und jetzt aber durchgehends in Gußeisen.

Fig. 6 wurde in specie bei mehreren Modellen der Vera'schen Seil- Fig. 6.
maschine, verbessert vom Verfasser, sowie als Schwung-, auch als Schnürrad angewendet, der Kranz ist von viereckigem Querschnitte mit Wulstrippen, die vier Arme flach Sförmig krumm, gleichfalls mit Wulstrippen; das Loch im Kranze bei a für die Handhabe, welche hier wie in Fig. 3 und 4 eingeschraubt wird.

Fig. 7 und 8 beide mit kreisförmigen Wulstringen, ersteres mit vier Fig. 7 und 8.
flachen schrägstehenden, letzteres mit sechs runden geraden Armen; dieses wurde bei einer hydraulischen Presse, jenes bei einer Maschine zum Schraubenschneiden angewendet.

Fig. 9 ist ein vom Verfasser construirtes und in der Schule der Fig. 9.
praktischen Mechanik ausgeführtes Schwungrad für eine Drehbank; dasselbe unterscheidet sich von den bis jetzt aufgeführten an dem Schwungringe a, welcher nicht mehr von kreisförmigem, sondern von elliptischem Querschnitte ist, wobei die große Ellipsachse des radialen Querschnittes parallel mit der Radachse ist, wodurch die Wirkung eine größere ist, dieselbe nach der Richtung der Radien stellt; dasselbe hat, wie aus dem Querschnitte ersichtlich, flache, durch Rippen verstärkte, Sförmig gekrümmte Arme, ist rund auf die Achse gesteckt und durch einen Schlußkeil mit dieser befestigt.

Fig. 10, von größerem Durchmesser als das vorige, gleichfalls vom Fig. 10.
Verfasser construirt, und bei einer von demselben construirten Getreidebrechmaschine angewendet, welche von dem Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins für Bayern mit der goldenen Medaille belohnt und für Rußland und andere Staaten öfters ausgeführt wurde. Dasselbe hat Sförmig krumme, flache, verhältnißmäßig sehr dünne Speichen ohne Rippen und einen Kranz wie der vorige. Die Gewichtsangabe von diesem, sowie von allen vom Verfasser ausgeführten Maschinentheilen folgen am Schlusse. Der größte Durchmesser der kleinen Gattung der Schwungräder mag 2′ bis $2^1/_2$′ betragen.

§. 209.

Schwungräder größerer Gattung.

Fig. 11—13.

Die Schwungräder dieser Gattung werden wie die vorigen in einem Stücke gegossen; dieselben können gerade, flache, ohne oder durch Rippen

Bl. 37. abgesteifte oder solche krumme Arme haben; jedoch gibt man zur Verhütung von Seitenschwankungen denselben meist Rippen. Die Schwungringe (Kränze) haben länglich viereckigen Querschnitt, wobei die langen Seiten meist in die Richtung der Radradien fallen, und sind außen oder innen durch Halbwulsten verstärkt, vielmehr verziert; oder dieselben sind Kreis- und Ellipswulste.

Ihr Durchmesser (wir verstehen hierunter den größten des Kranzes) mag von 3′ bis 6′ gehen; über diese Dimension hinaus wird selten ein Rad in einem Stücke gegossen.

Dieselben werden im allgemeinen gebraucht für Fabriks- und Arbeitsmaschinen, welche von mehreren Menschenkräften bewegt sind, so wie bei Motoren, besonders Dampfmaschinen.

Fig. 11 und 12. Fig. 11 und 12 sind zwei Beispiele dieser Art; beide sechsarmig, die Arme flach, jedoch ohne Rippen; der Kranz in Fig. 11 ein Kreiswulst, in Fig. 12 längliches Viereck mit flach gebogener Längenseite. Fig. 11 ist angewendet bei einer Maschine zum Ausstoßen von Nuthen; Fig. 12 bei einer Fournirsäge.

Fig. 13. Fig. 13, mit Kreiswulstring und nur vier, einmal gebogenen, flachen Armen ohne Rippen, einer Stangmaschine entnommen.

§. 210.

Schwungräder der Mittel- und größten Gattung.

Fig. 14—18 und Blatt 38 Fig. 19—50.

Die Schwungräder der Mittelgattung sind theils noch im Ganzen gegossen, meist bestehen dieselben aber aus zwei oder mehreren Stücken, wobei oft die Nabe und die Arme zusammen einen Theil, der Kranz den andern bildet. Ihr Durchmesser beginnt mit 5′—6′ und geht bis zu 10′—12′; letztere Größe findet sich größtentheils nur, wenn sie aus zwei Theilen sind, indem ihr Guß schwer oder gar nicht mehr zu Stande gebracht werden kann.

Sie haben selten mehr gebogene, sondern gerade flache, meist durch Rippen abgesteifte Arme zur Verhinderung der Schwingungen nach der Seite.

Die Kränze sind wulstförmig oder von länglich viereckigem Querschnitte, an den krummen Innen- und Außenflächen mit oder ohne angesetzte Wulste.

Die Schwungräder der größten Gattung bestehen nie aus einem Stücke; Nabe und Arme sind entweder im Ganzen gegossen und der Kranz aus Felgen zusammengesetzt, oder die Nabe ist ein besonderes Stück, wie jeder Arm und der Kranz aus Felgen gebildet. Diese ein-

zelnen Theile müssen unter sich gut verbunden seyn, was durch Schrau- Bl. 37.
ben, Nieten und Keile, einzeln oder in Verbindung mit einander geschieht. Die Kränze dieser Räder haben gewöhnlich einen länglich viereckigen Querschnitt, wobei die längeren Seiten in der Richtung der Radien stehen; die Arme sind gerade flach und mit oder ohne Rippen, oder flach rund. Die Naben massiv oder durchbrochen und gerippt und zum Aufkeilen auf die hölzerne, meist aber eiserne Welle mit Holz- und Eisenkeilen nach Art der großen Zahn- und der Wasserräder oder mit mehreren Schlüsseln eingerichtet. Damit diese großen und meist schweren Räder bei der schnellen Bewegung der mächtig wirkenden Centrifugalkraft den nöthigen Widerstand bieten können, müssen dieselben hinlänglich stark angeordnet, gut construirt und fleißig ausgeführt seyn, was sich besonders auf die Verbindung der einzelnen Theile bezieht. Dieselben finden besonders Anwendung bei Dampfmaschinen, Hammer- und Walzwerken.

Als Beispiele von Schwungrädern der Mittelgattung mögen folgende dienen:

Fig. 14. Von einer Häckselschneidmaschine, die Arme gerade mit Fig. 14.
Rippen auf beiden Seiten, der Kranz vom viereckigem Querschnitte, außen mit Halbkreiswulst, gleichfalls in einem Stücke.

Fig. 15. Schwungrad eines Schwanzhammers, von einer Dampf- Fig. 15.
maschine getrieben; der Kranz von länglich viereckigem Querschnitte mit Facetten, die sechs Arme gerade flach ohne Rippen; das Rad im Ganzen gegossen.

Fig. 16. Haben wir noch ein derartiges Beispiel eines schönen Fig. 16.
Rades aufgenommen; dasselbe ist von einer Brodknetmaschine, in einem Stücke gegossen, mit einmal gekrümmten flachen Speichen oder Rippen und Kreiswulstkranz innen mit angesetzter Rippe.

Fig. 17. Haben wir ein seltenes Beispiel eines im Ganzen gegossenen Fig. 17.
Rades dieser Größe aufgenommen; dasselbe hat sechs gerade flache Arme, links und rechts mit Rippen, welche nur bis zur Hälfte deren Länge reichen; der Kranz von länglich viereckigem Querschnitte, innen durch einen Halbwulst verstärkt. Angewendet wurde dasselbe bei einer Hochdruckdampfmaschine.

Fig. 18. Von einer Dampfmaschine mit mittlerem Drucke; der Fig. 18.
Kranz von länglich viereckigem Querschnitte, mit an der innern Seite herumlaufenden Viertelsstäben (schneidig), besteht aus drei Theilen, von welchen an jeden zwei Arme angegossen sind; die drei Theile sind an ihren Stößen über einander geblattet und durch Schrauben mit einander fest verbunden. Die Nabe ist ein besonderer Theil, in Stücken gegossen;

Bl. 37. die Arme sind, wie aus dem Durchschnitte ersichtlich, stumpf eingesteckt und durch Schrauben gehalten.

Die nachfolgenden Beispiele sind dem vortrefflichen Werke über Eisenfabrication von Leblanc und Walter de Saint Ange entnommen; dieselben sind sämmtlich in Frankreich ausgeführt und theils bei Hammer- und Walzwerken, theils bei Dampfmaschinen in Anwendung und zwar an den Orten, welche den Zeichnungen beigesetzt sind.

Bl. 38. Fig. 19 bis 21. Blatt 38, Fig. 19 — 21. Dieses Rad hat sechs Arme mit Rippen, welche mit dem achteckigen Gehäuse in einem Stücke gegossen sind. Der Kranz ist gleichfalls aus einem Stück, hat an der innern krummen Seite den Armen entsprechende angegossene Verstärkungen mit schwalbenschwanzförmigen Oeffnungen, in welche, wie in Fig. 19 ersichtlich, die Arme von drei Seiten eingekeilt sind.

Fig. 22 bis 25. Fig. 22 — 25 ein den vorigen ähnliches Beispiel mit sechs Armen, wobei der Kranz, wie aus Fig. 23 ersichtlich, an der äußern krummen Fläche eine seichte Nuth hat, in welcher ein Reif aus Schmiedeisen, warm angelegt, sich befindet, um das Zerreißen des Kranzes zu verhindern.

Fig. 26 bis 29. Fig. 26 — 29. Aehnlich Fig. 22 — 25 und wie dieses mit einem auf der äußern Peripherie, jedoch flach aufliegenden Reife aus Schmiedeisen. Jeder Arm ist, wie in Fig. 26 und 29 ersichtlich, mit dem Kranze nebst Verkeilung durch zwei Schrauben verbunden.

Fig. 30 bis 32. In Fig. 30 — 32 sind, wie bei den beiden letzteren Beispielen, Arme und Nabe, dann der Kranz jedes, ein Stück; der Kranz ist stärker als bei jenem und hat keinen besonders angelegten, schmiedeisernen Reif.

Fig. 33 bis 36. In Fig. 33 — 36 besteht der Kranz aus vier Felgen, welche, wie aus Fig. 33 und 35 ersichtlich, durch Keile und Schrauben mit einander verbunden sind; die Nabe ist ein besonderes Stück, und mit ihr sind die acht schmiedeisernen Arme schwalbenschwanzförmig eingepaßt, und jeder durch zwei Schrauben befestigt. Mit dem Kranze, wie aus Fig. 33 und 34 ersichtlich, sind die Arme durch Keile und Schrauben verbunden. Die Construction ist von dem berühmten französischen Maschinenbauer Cavé.

Fig. 37 bis 40. Fig. 37 — 40. Der Kranz wie bei den vorigen aus vier Felgen, Arme und Nabe sind im Ganzen gegossen. Die Felgen, wie aus Fig. 37 und 38 ersichtlich, in der Mitte durch einen Düppel (siehe Holzverbindungen), auf den Außenseiten durch eingesenkte flache Schwalbenschwänze mit zwei äußeren vernieteten Bolzen in festester Verbindung. Auf ähnliche Weise sind die Arme mit dem Kranze durch Düppel und Schlußkeile verbunden und außerdem links und rechts durch einen Keil, wie aus Fig. 37, 39 ersichtlich. Die Schwalbenschwänze, Keile und Düppel sind hier, wie bei den übrigen, aus Federzeug, oder zähem Schmiedeisen.

Fig. 41 — 43 hat sechs Arme mit Rippen aus Gußeisen und eben so viele Kranzfelgen, deren Verbindung durch eingelegte Zungen mit zwei Schlußkeilen, Fig. 41, hergestellt ist; die Oeffnungen für diese Zungen sind in die Felgen eingegossen. Die Verbindung der Arme mit dem Kranze, aus Fig. 41 und 43 ersichtlich, ist hergestellt, indem an jedem Arme ein Zapfen, Fig. 43, angegossen ist, für welchen im Kranze ein entsprechendes Loch eingegossen ist; der Zapfen hat die Form des halben Schwalbenschwanzes und wird im Kranze verkeilt. Mit der aus einem Stücke gegossenen Nabe wird jeder Arm durch zwei Schrauben, Fig. 41 und 43, befestiget. Bl. 38. Fig. 41 bis 43.

Fig. 44 — 46 hat acht an die Nabe angegossene Arme mit Rippen, und ebenso viele Felgen; die Verbindung dieser mit den Armen ist aus Fig. 44 und 45 ersichtlich; dieselbe ist eine der festesten, durch eine eingelegte Zunge mit zwei Schlußkeilen erzielt, während die Verbindung der Arme mit dem Kranze durch Verkeilung und zwei Schraubenbolzen hergestellt ist. Fig. 44 bis 46.

Fig. 47 — 50 ist noch eine solche Verbindung von Kranzfelgen, Fig 47 eine äußere Verticalansicht, Fig. 48 ein Durchschnitt durch die Mitte parallel mit den ebenen Außenseiten des Kranzes; Fig. 49 ein solcher mit einer Radialebene am Felgenstoß und Fig. 50 die Projection eines Felgenstoßes von oben. Die Verbindung ist hergestellt zunächst durch einen schwalbenschwanzförmigen Keil auf der Mitte, durch zwei flache Schwalbenschwänze, bündig mit der ebenen Außenseite, und befestigt durch zwei vernietete Bolzen, dann durch zwei flache kleinere Schwalbenschwänze auf der krummen Außen- und Innenseite, welche gleichfalls durch zwei vernietete Bolzen befestigt sind. Fig. 47 bis 50.

Zwölfte Abtheilung.

Wasserräder.

Blatt 39 — 59.

§. 211.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Unter den Kräften, welche uns bis daher bekannt geworden sind, ist das Wasser in seinem natürlichen Zustande in den meisten Fällen die vortheilhafteste Treibkraft, indem dasselbe über die ganze Erde vertheilt,

mehr oder weniger fast überall vorhanden ist, und von der Natur freigebig zur Benützung dargeboten wird, den atmosphärischen Einflüssen, große Kälte abgerechnet, wenig unterliegt, und jene Vorrichtungen, welche seine Kraft aufnehmen und auf die zu bewegenden Maschinen übertragen, so einfach sind, daß es in der Regel auch die wohlfeilste Treibkraft ist. Die Vorrichtungen, mittelst welcher das Wasser als Treibkraft benützt wird, sind in der Regel Räder, Wasserräder genannt, und man unterscheidet nach ihrer Lage und Benützungsart mehrere verschiedene Gattungen, welche wir zunächst in zwei Hauptclassen abtheilen wollen, und welche Classen sich in der Lage ihrer Wellen, die entweder eine horizontale oder eine verticale ist, unterscheiden, und wobei man die Räder selbst mit verticalen Wellen horizontale, die mit horizontalen Wellen aber verticale Wasserräder heißt.

A. Die verticalen Wasserräder werden am häufigsten angewendet und wieder abgetheilt:

1) in unterschlächtige,
2) in oberschlächtige,
3) in mittelschlächtige,
4) in rückenschlächtige.

An jeder dieser Radgattung ist zu unterscheiden:

1) das Rad selbst und
2) das Gerinne.

Das Rad besteht aus einem oder mehreren Kränzen, welche durch Arme, wie die Zahnräder, mit der Welle verbunden sind, und die Bestimmung haben, auf ihrer krummen Außenseite, entweder wie die Stirnräder mit äußeren Zähnen, vorstehende Bretter, Schaufeln genannt, zu tragen; oder die Schaufeln befinden sich zwischen zwei oder mehreren Kränzen, wo sie mehrere gleiche Abtheilungen, Zellen, bilden. Das Gerinne ist eine Rinne oder ein Canal (Kanne), worin dem Rade das Treibwasser zugeführt wird, dessen geringerer oder stärkerer Zufluß, oder dessen gänzliches Zurückhalten oder Absperren zum Behufe des Stillstandes des Rades durch eine eigene, meistens im Gerinne befindliche Vorrichtung, Schütze, auch Falle oder Schutzbrett genannt, bewerkstelliget wird.

Je nach der Benützung des Wassers und dessen Zuleitung auf die Räder erfordern diese, sowie ihre Gerinne, besondere Constructionen, aus welchen die aufgestellten vier Classen gebildet sind, und welche folgende charakteristische Unterschiede haben:

Bei den unterschlächtigen Rädern wirkt das Wasser von unten auf

die Schaufeln hauptsächlich durch den Stoß, während es bei den oberschlächtigen von oben in die durch die Schaufeln gebildeten Kästchen oder Zellen einfällt und durch sein Gewicht wirkt. Bei den halbschlächtigen und rückenschlächtigen Rädern hingegen, welche eigentlich nur eine Classe ausmachen, werden beide Wirkungsarten miteinander vereiniget. Es liegt nicht in bloßer Willkür, in allen Fällen jede dieser Rädergattung zu gebrauchen, sondern es entscheidet hierüber das Terrain mit dem vorhandenen Gefälle; ist dieses klein und unter 4′, so wendet man unterschlächtige, hingegen bei größerem Gefälle, und wenn selbes 6′ übersteigt, oberschlächtige, inzwischen diesen beiden aber mittelschlächtige und rückenschlächtige Räder in der Regel an. Die meiste Anwendung finden die unterschlächtigen Räder, obwohl das Wasser der Theorie nach, wenn es durch sein Gewicht wirkt, einen doppelt so großen Nutzeffect gibt als durch den Stoß, der, wo er bei unelastischen Körpern stattfindet, überhaupt einen bedeutenden Verlust nach sich zieht, welcher bei Wasserrädern ihre wirkliche Leistung und den Nutzeffect so bedeutend vermindert, daß von der vorhandenen Kraft kaum 20 Proc. verwendet werden, während das Uebrige gänzlich verloren geht. Die Ursache dieses großen Verlustes an bewegender Kraft liegt aber keineswegs allein darin, das Wasser mehr durch den Stoß als durch sein Gewicht wirksam zu machen, sondern es tragen hiezu oft wesentlich eine fehlerhafte und ungenaue Ausführung bei, ja man darf in vielen Fällen die Hälfte der Schuld und noch mehr ganz allein auf Rechnung dieser letzteren schreiben. Daß übrigens die unterschlächtigen Räder eine häufigere Anwendung finden als die oberschlächtigen, mag einerseits darin liegen, daß Wasser mit geringerem Gefälle öfters vorhanden ist als solches mit größerem Gefälle, und in vielen Fällen, wo geeignetes Gefälle zur Anlage von oberschlächtigen Rädern vorhanden wäre, die Zuleitungen des Wassers oft so lang und umständlich würden, daß man sich, besonders wenn hinlänglich Wasser vorhanden ist, lieber mit geringerem Effecte begnügt. Anderseits ist die Ursache der mehrseitigen Anwendung der unterschlächtigen Räder, daß sie meist einfacher in ihrer Construction, und daher leichter ausführbar sind als die oberschlächtigen, und, ohne sich von ihrer größten Wirkung zu weit zu entfernen, eine schnellere Bewegung ertragen, was bei manchen Maschinen, wie z. B. Hammerwerken, Sägmühlen u. a., wo die Vollkommenheit der Leistungen bald größere, bald geringere Geschwindigkeit in der Bewegung erheischt, nothwendig ist.

B. Wesentlich verschieden von den bisher beschriebenen verticalen sind die horizontalen Wasserräder, Turbinen, Kreiselräder oder Kreisel glattweg genannt. Nicht nur daß, wie schon früher angeführt, die Wellen dieser Räder statt der horizontalen eine

senkrechte Lage (Königswellen) haben, sondern es ist auch ihre Construction, Anlage des Gerinnes so wie der Schütze, ganz abweichend von den gewöhnlichen verticalen Wasserrädern.

Die horizontalen Wasserräder sind schon seit undenklichen Zeiten, besonders in Italien und Frankreich, zum Betriebe von Mahlmühlen in Anwendung, deßgleichen in Bayern, hier jedoch nur in kleinem Verhältnisse bei den Kugelmühlen in der Gegend von Berchtesgaden ꝛc., welchen dasselbe Princip zu Grunde liegt wie den Mahlmühlen, welch letztere auch sicherlich den ersten Impuls zur Anordnung der horizontalen Wasserräder gegeben haben, indem ihre senkrechte Welle zugleich die des Läufers seyn konnte, wodurch das bei dem Betriebe der Mühlen mit verticalen Wasserrädern nothwendige Zwischengelege mit Kronrad und Getriebe entbehrlich war.

Außer diesen waren die ältern horizontalen Räder bei weitem kleiner als die verticalen, in ihrer Construction höchst einfach und daher auch viel wohlfeiler als diese; außer der an ihrem untern Ende in einer Pfanne, an ihrem obern in einem Halsband gehenden Königswelle, von welcher entweder ebene oder windschiefe, meistens aber in Löffelform gekrümmte Schaufeln ausgehen, und in einer Rinne oder Röhre, mittelst welcher das Aufschlagwasser auf die Schaufeln geleitet wird, war bei den alten horizontalen Wasserrädern nichts Wesentliches vorhanden; allein sie leisteten auch so Geringes wie die schlechtesten verticalen im Schnurgerinne. Später erhielten diese Räder allerdings mehrfache Verbesserungen, besonders als man zur Ueberzeugung gelangt war, daß das Wasser als bewegende Kraft weit mehr durch Druck als durch Stoß leistet. Borda, Barker, Warning, Ewart, Navier ꝛc. haben sich theils um Theorien, theils um praktische Ausführung hierin verdient gemacht, worunter auch Segner in Göttingen in Betreff dessen Reactionsrades zu zählen ist. Unter allen diesen aber ist es der französische Bergwerks-Ingenieur Burdin, welcher die erste glückliche Idee zur Construction der horizontalen Wasserräder, von ihm Turbinen genannt, hatte; aber fast gleichzeitig mit ihm trat der französische Ingenieur Fourneyron mit solchen Verbesserungen auf, welche wenig mehr zu wünschen übrig ließen, und hatte auch schon eine dieser Turbinen ausgeführt, wofür er auch den von der Société d'Encouragement ausgesetzten Preis für horizontale Wasserräder im Jahre 1834 erhielt.

Die Turbinen im allgemeinen auch, besonders die von Fourneyron, sind bei weitem kleiner und nicht so schwer als andere Wasserräder; sie können bei sehr kleinen sowohl als bei sehr bedeutenden Gefällen benützt werden, gehen vollständig untergetaucht, pflanzen eine sehr große Geschwindigkeit durch ihre Achse unmittelbar fort, und geben Nutzeffecte von

0,60 — 0,75 von der absoluten Arbeit des Wassers. Ihre Geschwindigkeit kann eine sehr verschiedene seyn, ohne daß der Nutzeffect sich weit von seinem Maximum entfernt. Sie scheinen besonders zweckdienlich in den Fällen zu seyn, wo man viel Hinterwasser hat, und für Gefälle von 30′ bis 40′, wo ihre Erbauungskosten bedeutend geringer sind, als die der oberschlächtigen Räder.

Verticale Wasserräder.

Unterschlächtige Wasserräder.

Blatt 39 — 49.

§. 212.

Allgemeine Erklärung und Eintheilung.

Die unterschlächtigen Wasserräder werden abgetheilt:

1) in rein unterschlächtige und

2) in Kropfräder.

Bei den rein unterschlächtigen unterscheidet man wieder solche mit und ohne Gerinne; dann solche mit ebenen und mit krummen Schaufeln; bei den Kropfrädern solche mit unvollständigem und solche mit vollständigem Kropfe, oder solche mit Stauwasser und solche mit Ueberfallschützen.

Nach älterer, gegenwärtig aber in Büchern noch häufig vorkommender Eintheilung machte man folgende Classen:

I. Unterschlächtige Räder:

a) in geradem, Schnur- oder Schuß-Gerinne,

b) in krummem, Kropfgerinne; für beide hat man wieder zweierlei Constructionen, wovon die einen Strauberräder, die andern Staberräder genannt werden, deren Unterschied darin besteht, daß bei den Strauberrädern die Schaufeln auf der äußeren krummen Fläche des Radkranzes, über diese vorstehend, gewöhnlich radial gestellt, befestiget sind, während selbe bei den Staberrädern zwischen zwei Kränzen, über deren krummen Flächen gar nicht oder nur wenig vorragend ihre Befestigung erhalten.

II. Pansterräder.

a) Stockpanster und

b) Ziehpanster.

Diese beiden sind Strauberräder, gewöhnlich aber viel breiter als diese, und daher mit zwei oder auch mehreren Kränzen versehen, haben aber kein Gerinne, sondern sind nur in Flüsse oder Bäche eingehängt, daher sie auch Räder in unbegränztem Wasser genannt werden. Durch die Benennung Stock- und Ziehpanster unterscheidet man sie insofern, als

beide zwar in unbegränztem Wasser gehend, die Ziehpanster aber wegen variablen Wasserstandes, oder um selbe zum Stillstand zu bringen, mit eigenen Vorrichtungen versehen sind, mittelst welcher man im Stande ist sie mehr oder weniger tief ins Wasser einzusenken oder ganz aus diesem herauszuheben, während die Stockpanster in der ihnen einmal gegebenen Lage bleiben, daher auch nur bei constantem Wasserstande und da gebraucht werden, wo sie Tag und Nacht fortgehen können, oder wo man im Stande ist, im Falle sie zum Stillstande gebracht werden müßten, den Wasserstand so weit zu erniedrigen, daß die Schaufeln vom Wasser nicht mehr berührt werden.

Das Material, aus welchem die Wasserräder insgesammt, und vorzugsweise die unterschlächtigen, ausgeführt werden, ist meistens Holz allein, dann öfters Holz mit wenig Schmiedeisen; seltener Holz mit Schmied- und Gußeisen, am seltensten aber, besonders bei uns in Deutschland, werden unterschlächtige Räder so ausgeführt, daß das Gußeisen das vorherrschende Material ist, und Schmiedeisen nur für Schrauben und Keile gebraucht wird. Wir werden daher, abweichend von unserer früherhin befolgten Weise, bei den Wasserrädern zuerst mit den hölzernen beginnen.

§. 213.

Unterschlächtiges Wasserrad im Schnurgerinne.

(Strauberrad.)

Blatt 39. Fig. 1—12.

Bl. 39. Unter den rein unterschlächtigen Wasserrädern mit Gerinne ist das im Schnurgerinne, Strauberrad das älteste und einfachste, übrigens aber auch dasjenige, dessen Nutzeffect selbst bei genauer Ausführung der kleinste ist, indem derselbe nur 30 Proc. von dem theoretischen Effecte des Wassers beträgt, oder bei minder genauer Ausführung bis auf 14 Procent herabfällt. Wir haben auf Blatt 39 eines dieser Räder dargestellt, wie selbe in Bayern, hauptsächlich um dessen Hauptstadt München herum ausgeführt werden, worauf wir uns in der nachfolgenden Beschreibung beziehen.

Fig. 1 bis 3. Fig. 1 ist die erste verticale Projection oder Seiten-Ansicht, wobei man sich das Gerinne mit der Radwelle A B mit einer verticalen Ebene durchschnitten und die rechte Seitenwand des Gerinnes weggedacht hat. Rechts und links bezeichnet sich — hier, wie bei allen Wasserrädern — den Strom in der Richtung seines Laufes beschaut; Vorderseite des Rades nennen wir die der Schütze zugekehrte, Hinterseite die

entgegengesetzte. Fig. 2 ist die zweite verticale Projection von der Rad- Bl. 39. Fig. 1 bis 3.
hinterseite, und Fig. 3 ist horizontale Projection eines Theiles des Gerinnes mit weggedachtem Rade. Die übrigen Figuren beziehen sich auf Detaile, welche im Verlaufe noch besprochen werden.

Das **Rad** besteht aus dem Kranze, der hier aus 6 Felgen D D D ꝛc. gebildet ist, welche unter einander durch 6 Arme C C C ꝛc. in diese eingezapft und mit hölzernen Nägeln vernagelt, verbunden sind. Die sechs Arme C C C ꝛc. sind aus drei Stücken zusammengesetzt und mit der Welle A B durch den bei der Construction hölzerner cylindrischer Räder bereits erklärten deutschen Armverband befestiget. So wie man die Dachstühle und Treppen auf ebenem Platze abbindet, so werden auch die Kamm- und Wasserräder auf eigenen, ebenen Gerüsten (**Radstühle** genannt) gemacht, und man beginnt, sobald Arme und Felgen hergerichtet sind, bei diesen Rädern mit deutschem Verbande damit, die Arme C C über einander zu platten, worauf die Kranzfelgen D D D ꝛc. eingerissen und ihre Zapfen und deren Löcher in den auseinandergenommenen Armen hergestellt und zusammengepaßt werden. Ist dieses geschehen, so legt man die Arme wieder zusammen und setzt die Felgen mit ihren Zapfen in die bereits zugerichteten Armlöcher ein; da aber jede Felge um ihre beiden Zapfen länger ist, so könnte man mit diesen nicht einfahren, was aber dadurch möglich wird, daß man immer die zwei Arme, in deren Löcher man mit einer Felge einfahren will, auseinander schiebt, was die Elasticität des Holzes um so leichter gestattet, als die Länge eines jeden Zapfens an der Felge ohnehin nicht ganz der halben Armdicke (unter Dicke verstehen wir die schwächere Dimension des Armes) gleich ist. Dieses Auseinanderschieben der Arme zum Behufe des Einfahrens der Felgen mit deren Zapfen in die Armlöcher geht vollkommen gut bis zur letzten Felge, wo die Arme durch die zwischen sie eingeschobenen übrigen Felgen bereits eine solche Spannung erlangt haben, daß man sie nicht mehr auseinander schieben kann. Man macht das Einfahren dieser letzteren Felge dadurch möglich, daß man, wie aus Fig. 4 und 5 ersichtlich, das Zapfenloch im Fig. 4 und 5.
Arme über die größte Kranz-Peripherie hinaus noch breiter stemmt, als es der Zapfen der Felgen erfordern würde, und treibt, wenn die Felge an ihrer gehörigen Stelle ist, in den noch übrigen Raum des Loches einen Keil o p nach, der während des Abbindens ein Lösekeil und leicht wieder herausgenommen werden kann, beim Zusammensetzen des Rades aber ein solcher seyn muß und fest eingetrieben wird, wodurch Kranz und Arme, vorausgesetzt daß sie gut zusammengepaßt sind, vollkommene Festigkeit erlangen. Die Schaufeln f f f ꝛc. sind bei diesen Rädern mit ihren ebenen Flächen, auf welche das Wasser stoßt, radial gestellt, und mit dem Rad-

Bl. 59. kranze durch die Schaufelstiele e e e ꝛc. verbunden. Da jeder Arm sogleich auch die Stelle eines Schaufelstieles vertritt, so muß die Anzahl der Schaufeln stets durch die Zahl der Arme theilbar seyn. Die Schaufel-
Fig. 6 und 7. stiele e e e ꝛc. sind, wie aus Fig. 6 und 7 ersichtlich, in den Kranz eingelocht, und werden durch hölzerne, an der inneren krummen Kranzseite anliegende Nägel m m m ꝛc. festgehalten. Jede Schaufel ist auf ihrem Stiele e, wie aus Fig. 1, 6 und 7 ersichtlich, mit Nägeln h h von gutem Eichenholz befestiget, welche auf der Rückseite der Schaufeln f f f ꝛc. verkeilt werden, damit, wenn eine Schaufel abgestoßen wird, was oft geschieht, man nur den auf der Hinterseite des Schaufelstieles vorstehenden verticalen Theil eines Nagels abzuschneiden braucht, wodurch man dann den übrigen Theil des Nagels leicht zurückschlagen kann. Daß ein solcher abgeschnittener Nagel nicht mehr gebraucht werden kann, versteht sich von selbst, man muß daher stets eine Anzahl von Nägeln, deßgleichen Schaufeln und Schaufelstiele vorräthig halten. Zur Verbindung der Schaufeln unter sich bedient man sich der Gefieder g g g ꝛc. Dieselben bilden entweder einen in der Mitte der Schaufeln befindlichen Kranz oder, wie hier, an beiden Seiten angebrachte zwei Kränze, von welchen jeder aus so vielen flachen Holzstäben besteht als Schaufeln vorhanden sind; diese Stäbe sind zu Paar und Paar mit ihren Enden in in die Schaufeln eingestemmte viereckige Löcher i k, Fig. 6, eingekeilt, und tragen so allerdings zur besseren Verbindung der Schaufeln und deren Absteifen bei; allein dieselben kosten doch viel Arbeit, und es werden die Schaufeln nicht selten beim Lochen gesprengt, wodurch deren Haltbarkeit sehr gefährdet ist; ferner legt sich an diese Gefieder das Eis so sehr an, daß, wenngleich dieselben kaum 2 Quadratzoll Querschnitt haben, dennoch Eiskränze von 4''—6'' Diameter entstehen, welche das Gewicht des Rades sehr vergrößern, und durch deren Wegschaffung nicht selten Gefieder und Schaufeln zersplittert werden. Man wird daher besser thun diese Gefieder wegzulassen, und dafür eine größere Sorgfalt auf die Verbindung der Schaufeln mit den Stielen zu verwenden, von welch besseren Verbindungen wir bei den nachfolgenden Rädern noch einige aufführen werden.

Das Gerinne besteht aus zwei verticalen Seiten Wänden l n und l n, und einem ebenen, nur so viel geneigten Boden q r, daß das Wasser, wenn es die Radschaufeln verlassen hat, schnell abzieht, und ist entweder aus gehauenen Steinen, oder, wie hier, aus Holz gemacht. Dasselbe heißt seines ebenen Bodens halber ein Schnurgerinne, im Gegensatze zu den Kropfgerinnen, bei welchen die Böden nach krummen Flächen geformt sind. Die Schütze E, Schutzbrett, hier auch Falle genannt, befindet sich an der Vorderseite des Rades, und soll immer möglichst nahe zu diesem

hingelegt werden. Sie dient, wie schon angeführt, zum Reguliren und gänzlichen Absperren des Treibwassers, und besteht hier, wie aus Fig. 1 und 8 ersichtlich, aus drei wasserdicht zusammengefügten Brettern aus Fichten- oder Föhrenholz, welche durch mittelst eiserner Nägel befestigte 2 Leisten s t zusammengehalten werden. Diese Leisten s t endigen bei s in Handfassen, an denen die Schütze mit beiden Händen zugleich ergriffen, senkrecht auf- oder abwärts bewegt wird, je nachdem man dem Rade mehr oder weniger Wasser zu geben hat. Bl. 39. Fig. 1 bis 3 und 8.

Man bezeichnet die Bewegung der Schütze nach aufwärts mit dem Namen „Aufziehen," nach abwärts mit „Einlassen" oder „Niederlassen," und das gänzliche Abschließen des Wassers mit „Zustellen, Abstellen". Als Widerlager gegen den Druck des gegen die Schütze E, Fig. 1, 2 und 3 strömenden Oberwassers, auch Aufschlag-Wasser genannt, und als Leitungen bei ihrer Bewegung sind zwei senkrechte Säulen G G (Griessäulen) angeordnet, in deren jeder ein Falz v u, Fig. 1 und 3, eingezogen ist, in welchem die durch das Oberwasser angedrückte Schütze E geht; damit aber dieselbe, wenn sie einmal aufgezogen ist, nicht von selbst wieder niedergehen kann, ist auf ihrer Mitte Fig. 8, 1 und 3 eine Leiste w mit eisernen Nägeln befestiget, in welche mehrere Löcher eingebohrt sind, in deren eines ein Stecknagel x, Fig. 1, welcher auf dem Boden und auf einer zwischen den Griessäulen G befestigten Latte z aufliegt, eingesteckt wird.

Die Griessäulen G G bilden Hauptbestandtheile des Gerinnes und dienen nebstdem, daß sie Widerlager und Leitungen für die Schütze sind, noch besonders zur Bildung der Gerinnseitenwände und des Bodens; dieselben sind in eine Grund- oder Hauptschwelle F, auch Fachbaum genannt, eingezapft, und in einer Höhe von 5′ — 6′, ober dem Boden zunächst der Schütze, durch einen Holm M M, in welchen sie ebenfalls eingezapft sind, miteinander verbunden. Der Fachbaum F ist auf 3 oder 4, und je nach der Breite des Gerinnes, auch auf mehrere gut eingerammte Pfähle K aufgezapft, und um sein und des unter dem Rade fortgehenden Gerinnes Unterspülen zu verhüten, an der Oberseite öfters noch mit einer Spundwand versehen, welche jedoch bei so niederem Wasserstande, der geringen Radbreite, bei vollkommen wasserdicht gemachtem Boden und Seitenwänden und übrigen sorgfältigen Ausführung des Ganzen nicht nothwendig ist, daher auch weggelassen wurde. Außer den Griessäulen G G sind zur Bildung der Seitenwände des Gerinnes links und rechts Pfähle I, I, I ꝛc. eingerammt, auf deren jede Reihe eine Schwelle, Holm L aufgezapft ist; diese Schwellen L sind nebstdem auch in die Gries-

Bl. 39. Fig. 1 bis 3. säulen G eingezapft, und hier so wie an jedem Pfahle gut vernagelt. Zwischen je zwei, einander gegenüberstehenden Pfählen ist eine Schwelle H, H, H, 2c. eingezapft, auf welche der Boden q r, aus anderthalb oder zweizölligen Brettern bestehend, gut gefügt, besser noch geästert (gespundet), fest zusammengetrieben, mit eisernen Nägeln aufgenagelt wird. Auf gleiche Weise werden die Seitenwände l n und l n unter sich und mit den Pfählen I I 2c. verbunden und ebenso das Gerinne ober der Schütze ausgeführt. Die Bodenfelder zwischen dem Fachbaum F und den Schwellen H, H 2c. werden mit Thon oder Kies gut ausgestoßen. Ebenso die Felder der Seitenwände zwischen den Griessäulen G G und den andern Pfählen I I I 2c. Die Anwellbank N des äußeren oder nassen Zapfens ist in vielen Fällen sogleich auf eine der Langschwellen L L gelagert und durch Schrauben mit denselben verbunden; in vielen Fällen gestattet dieses aber die Länge des Wellzapfens nicht, wo dann, wie hier, Querschwellen O O in die Langschwellen L L eingezapft, auf diese die Anwellbank aufgeklaut und mit starken Schrauben verbunden wird.

Der Zwischenraum der Radschaufeln am Boden und an den Seitenwänden soll der möglich kleinste seyn und 1″ nicht übersteigen, indem der Effect dieser Räder um so kleiner ausfällt, je größer dieser Zwischenraum ist. Um diesem nachzukommen, macht man die Seitenwände, vom Boden an bis zu der Höhe, auf welche das Wasser auf die Schaufeln stößt, von stärkeren Bohlen, wie aus Fig. 1, 2 und 3 ersichtlich ist; und da dieser Theil des Gerinnes, so wie auch der Boden unter dem Rade, besonders des Abeisens halber, mehr eine größere Stärke überhaupt erfordert, so nimmt man hiezu Eichen- oder doch Föhren- oder Lärchenholz, während zu den übrigen Theilen des Bodens und der Wände sowohl unter, als ober dem Rade Fichten- oder Tannenholz verwendet werden kann.

Die Griessäulen, Pfähle, Schwellen und die Anwellbänke werden aus Föhren-, besser noch aus gut gewachsenem Eichenholz gemacht und man soll auf deren Verzapfungen, so wie auf ihre Verbindung überhaupt die größte Aufmerksamkeit verwenden. Hinsichtlich des Einzapfens der Schwellen H, H, H ist noch zu bemerken, daß, nachdem die Löcher für die Zapfen in den Pfählen erst gemacht werden können, wenn die Pfähle eingerammt sind, so könnte man mit den um die beiden Zapfen längeren Schwellen H, Fig. 2, nicht in ihre Löcher einfahren; dieses wird aber dadurch möglich, daß man ein Loch n y nach aufwärts schräg länger stemmt, und die Schwelle von oben nach unten eintreibt (einjagt), was die Elasticität der Pfähle leicht zuläßt; der längere Theil n y des Loches wird dann mit Holz wieder ausgeschlagen (ausgefüllt), was auch unter-

bleiben kann, indem durch die festgenagelten Seitenwände das Aufheben Bl. 39.
der Schwelle H ohnehin verhindert wird. Daß die Zapfen dieser Schwellen nicht zu verbohren sind, ist ohnehin einleuchtend. Dem Boden vor (oberhalb) der Schütze gibt man nach einwärts einen Fall, damit Kies und Steine sich dort absetzen, außerdem dieselben durch die Geschwindigkeit des Wassers mit fortgerissen, leicht ein Abreißen der Schaufeln veranlassen können.

§. 214.

Maße und Verhältnisse der Strauberräder im Allgemeinen, dann deren einzelnen Theile im Besonderen mit Rücksicht auf das dargestellte Strauberrad Blatt 39.

Fig. 9 — 12.

Vor Allem wollen wir uns über einige, bei den unterschlächtigen Rädern vorkommende Benennungen verständigen, wobei wir uns auf Fig. 11. Blatt 39 beziehen. Fig. 11.

A B Halbmesser des Rades; A C Halbmesser der größeren Kranz-Peripherie. Unter Radbreite versteht man die Dimension in der Richtung der Radachse. C B Schaufelbreite; Schaufellänge ist gleich der Radbreite. Das Wasser ober der Schütze heißt Oberwasser; I G die Schützenöffnung und das hindurchfließende, auf das Rad wirkende Wasser heißt Aufschlagwasser, und wenn es seine Wirkung vollbracht hat, Unter- oder Hinterwasser die Gränze zwischen Aufschlag- oder Hinterwasser; ist eine in C an die größere Kranz-Peripherie gezogene, senkrechte Tangente; die Länge C F dieser Tangente heißt die Höhe, in welcher der Radmittelpunkt ober der Sohle (Gerinnboden) des Hinterwassers liegt. K L Wasserspiegel des Oberwassers, E M Wasserspiegel des Unterwassers; der senkrechte Abstand P E der beiden Wasserspiegel heißt das ganze Gefälle; die Höhe G L vom Fachbaume G bis zum Oberwasserspiegel heißt Wasserstand, und die Höhe I L von der Schützenöffnung bis zum Wasserspiegel heißt Druckwasser, auch Stauwasser; E F Höhe des Hinterwassers. Wenn man von F eine Wagrechte F H bis zu einem von der Sohle G des Fachbaumes gefällten Perpendikel zieht, so heißt die Länge G H dieses Perpendikels das lebendige Gefälle. Fällt man vom Mittelpunkte A auf die Sohle G F des Gerinnbodens einen Perpendikel A b, und nimmt die Mitte N der eingetauchten Schaufel a b, fällt ferner von N eine Senkrechte N d bis zu der durch den Radmittelpunkt A gezogenen Wagrechten A d, so heißt die Länge b N dieses Perpendikels die Geschwindigkeits-Höhe des anschlagenden Wassers.

Wir haben bereits im Eingange über Wasserräder angeführt, daß

Bl. 39. unter den unterschlächtigen Rädern in Gerinnen die im Schnurgerinne den kleinsten Effect geben, welcher um so kleiner ausfällt, je größer der Zwischenraum zwischen den Schaufeln am Boden und den Seitenwänden des Gerinnes ist. Vorausgesetzt, daß man die gehörige Aufmerksamkeit auf letzteres verwendet, wird man diese Räder nur da anwenden, wo das Wasser eine große Geschwindigkeit hat, wobei aber der Zufluß gering ist und das Gesammt-Gefälle unter 2′ beträgt.

Die Größe der Strauberräder ist sehr verschieden und richtet sich einestheils nach dem Zwecke, anderentheils nach der Geschwindigkeit, welch letztere für den Fall, daß die Räder den größten Effect geben sollen, von einigen auf die Hälfte, von anderen auf den dritten Theil derjenigen Geschwindigkeit festgesetzt wird, mit welcher das Aufschlagwasser an die Schaufeln stößt. Die von uns gemachten Erfahrungen bestimmen uns, es mit der ersten Partei zu halten und unsere Räder so anzuordnen, daß sich dieselben mit der halben Wassergeschwindigkeit bewegen, wodurch also bei einem vorhandenen Gefälle und Stauwasser der Durchmesser eines Rades nicht mehr beliebig angenommen werden kann, sondern aus diesen gegebenen Daten bestimmt werden muß; übrigens haben die Strauberräder im Schnurgerinne die schon angeführte, in vielen Fällen sehr zu statten kommende Eigenschaft, daß sich dieselben, ohne sich von ihrer größten Wirkung zu sehr zu entfernen, auch viel schneller bewegen können, was besonders da, wo Wasser in hinlänglicher Masse vorhanden ist, und wo die zu betreibenden Maschinen, wie Hammerwerke, Sägmühlen, selbst Mahlmühlen ꝛc. eine bald größere und geringere Geschwindigkeit erheischen, sehr wesentlich ist. Uebrigens findet man die Strauberräder in Schnurgerinnen selten unter 6′ Durchmesser; die gewöhnliche Größe beginnt mit 8′ und erstreckt sich bis zu 15′; von größeren Dimensionen als 15′ kommen sie selten vor, indem sie dann meist auch zu schwerfällig werden.

Die Breite der Strauberräder richtet sich theils nach der Menge des vorhandenen Triebwassers, theils nach dem zu überwältigenden Widerstande. Die gewöhnliche Breite ist nicht unter 1′ und übersteigt bei der Construction Blatt 39 2½′ selten; ist die Breite größer als 3′, so genügt die mit dem Kranze mittelst eines Schaufelstieles erreichte Befestigung der Schaufeln nicht mehr, sondern man muß entweder, so lange die Breite 4′ nicht übersteigt, bei einem Kranze doppelte Schaufelstiele anordnen, oder zwei und bei noch größerer Breite auch 3, und 4 Kränze, mit ebenso vielen Schaufelstielen für jede Schaufel nehmen. Wir werden im Verlaufe noch einige andere Befestigungsarten der Schaufeln kennen lernen.

Die Anzahl der Schaufeln richtet sich nach der Größe der Bl. 39.
Räder und kann bei schnellem Gange kleiner seyn als bei langsamem; jedenfalls soll dieselbe so bestimmt werden, daß bei Rädern von 8′—12′ Diameter, und selbst bei kleineren 3 Schaufeln und bei größeren Rädern 4 bis 5 Schaufeln zugleich im Aufschlag-Wasser eingetaucht sind. Eine aus des Verfassers praktischen Erfahrungen gebildete Regel ist: man multiplicirt den Durchmesser der größten Radperipherie in Schuhen ausgedrückt mit 5—6, und dividirt das Product durch 3; der erhaltene Quotient drückt dann die Schaufelanzahl aus, welche bei dem deutschen Armverbande durch die Anzahl der Arme theilbar seyn muß, oder man nimmt die dem erhaltenen Quotient nächste Zahl, bei welcher die Theilung geschehen kann, wobei zu bemerken ist, daß man immer gut thut, eine größere als eine kleinere Zahl zu wählen; denn es ist besser eng zu schaufeln als weit.

Die Breite oder Höhe, a b Fig. 11, der Schaufeln soll Fig. 11
wenigstens um die Hälfte größer seyn, als die Höhe b N des eingetauchten Theiles, damit das anstoßende Wasser nicht überschlagen kann, und dessen Wirkung auf die Schaufeln verloren geht; für kleine Räder nimmt man zur Schaufelbreite 10″—12″; für größere 13″—16″, so daß jede Schaufel aus einem Brette gemacht werden kann. Die Dicke der Schaufeln ist die gewöhnliche Brettdicke und beträgt bei kleineren Rädern 1″, bei größeren 1½″ — 2″. Die Schaufeln erhalten an jeder der gegen die Gerinn-Seitenwände, so wie besonders an der gegen den Boden gekehrten Seite, auf der gegen das Hinterwasser gerichteten ebenen Fläche eine Abschrägung, Fig. 1, 2, 6 und 7, wodurch der Austritt aus dem Wasser, besonders durch die Abschrägung der letzteren Seite erleichtert wird, und die nächstfolgende Schaufel einen vortheilhaften Stoß von dem Wasser erhält.

Die Stellung der Schaufeln betreffend, haben wir bereits angeführt, daß bei diesen, besonders den älteren Rädern, die geraden, dem Aufschlagwasser zugekehrten Flächen radial gestellt werden; allein vielfältig angestellte Versuche haben dargethan, daß bei diesen Rädern, so wie bei den unterschlächtigen überhaupt, eine geringe Neigung der Schaufeln gegen den Spiegel des Hinterwassers besonders deßwegen vortheilhaft ist, weil sich dieselben leichter aus dem Hinterwasser herausziehen, ohne viel Wasser wieder in die Höhe zu nehmen, was bei radial stehenden Schaufeln, besonders bei schnellem Gange und viel Hinterwasser beträchtlich ist, und als ein Gegengewicht den Effect der Räder verringert, dann beim Gefrieren des Wassers viel Spritzeis verursacht. Diese Neigung der Schaufelebene gegen den Halbmesser, auf welche das Wasser stößt, wird

Bl. 19. Fig. 12. im Allgemeinen zwischen 15° und 30° angegeben. Verfasser hält sich an eine von anderen gegebene Vorschrift, nach welcher eine Schaufel, wenn sie zur Hälfte aus dem Hinterwasser gezogen ist, senkrecht auf dem Wasserspiegel stehen soll, und bestimmt durch folgende graphische Construction die Stellung der Schaufeln: es sey, Fig. 12, A der Radmittelpunkt, A B der größte senkrechte Peripherie-Radius; C B Schaufelbreite und E M der Wasserspiegel des Hinterwassers, der nicht höher als bis zur halben Schaufelbreite N reichen soll, so halbirt man N B und beschreibt aus dem Mittelpunkte A durch den Halbirungspunkt O einen Kreisbogen, bis er den Wasserspiegel E M in P schneidet; fällt man von P eine Senkrechte Q R auf den Wasserspiegel E M, so gibt Q R die Stellung der Schaufel, deren Neigungswinkel zum Halbmesser Q R S ist. Die Dicke der Schaufel fällt immer gegen das Hinterwasser zu. — Föhren- oder Lärchenholz ist seines großen Harzgehaltes halber im Wasser dauerhafter als Fichten- oder Tannenholz, und daher auch geeigneter für die Schaufeln; übrigens wird auch letzteres häufig hiezu verwendet.

Die Radarme erhalten ihre Befestigung mit der Welle bei den Strauberrädern meist durch den deutschen Armverband, wie im vorliegenden Falle, und es richtet sich ihre Anzahl nach der Größe der Räder, wobei darauf Rücksicht zu nehmen ist, daß die Kranzfelgen, deren, wie schon erwähnt, so viele nothwendig sind, als man Arme nimmt, nicht über 7′ lang werden, weil bei zu großer Felgenlänge nicht mehr die gehörige Festigkeit der Felgen im einzelnen, so wie des ganzen Radkranzes im besonderen erreicht wird. Vier Arme eignen sich daher auch nur für Räder von 6′—8′ Durchmesser der großen Kranz-Peripherie, bei 9′—14′ geht es mit 6; über 15′ muß man schon 8 und bei noch größeren Dimensionen noch mehrere Arme nehmen. Da aber bei solch großer Armeanzahl die Wellen beim deutschen Armverbande sehr geschwächt werden, welche bei diesem ohnehin immer von größerem Durchmesser genommen werden müssen, so thut man besser holländischen Verband zu wählen, welcher dem deutschen überhaupt vorzuziehen ist, wie wir bei hölzernen Kammrädern schon angeführt haben, obwohl letzterer einfacher und weniger kostspielig ist als ersterer, und daher auch noch vielfältig gebraucht wird; allein wenn man bedenkt, daß durch das Einlochen der Arme die Welle, wo das Kernholz als das bessere herausgestemmt wird, und oft nur der Splint bleibt, verschwächt wird, sich das Wasser in die Löcher hineinsetzt und ein frühzeitiges Faulen der Welle und der Arme verursacht, so wird man besonders bei Rädern von großem Durchmesser, und bei solchen, welche eine große Kraft fortzupflanzen haben, immer besser thun, wenn man holländischen

Armverband wählt. Wir werden bei den folgenden Rädern noch mehrere Bl. 59.
solcher Verbände kennen lernen.

Die Breite der Arme kann bei kleineren Rädern 5″—8″, bei größeren 9″—15″ betragen; ihre Dicke nimmt man für erstere $2\frac{1}{2}$″—3″, für letztere 4″—6″. Gerade gewachsenes, von Aesten möglichst freies Föhren- oder Lärchen-, besser noch Hasel- oder Steineichenholz eignet sich am besten für die Arme.

Die Kranzfelgen, deren Zahl, wie schon angeführt, sich nach der Armeanzahl richtet, sollen aus krummgewachsenem Föhren- oder Lärchen-, am besten aus Eichenholz gemacht und so angeordnet werden, daß ihre Länge 7′ nicht übersteigt. Die Breite in der Richtung der Radien gemessen, kann bei kleinen Rädern 5″—6″, bei größeren 7″ bis 1′ betragen; die Dicke ist bei kleinen Rädern 4″—6″, bei größeren 7″—1′; die letztere große Dimension nimmt man nur bei Rädern, welche ein Schwungrad ersetzen, oder die Wirkung eines solchen verstärken müssen, wie bei Hammer- und Walzwerken.

Die Schaufelstiele aus gespaltenem Lärchen- oder Föhren-, besser noch aus Eichenholz, erhalten zur Breite in der Richtung der Radachse gemessen, bei kleinen Rädern 2″—3″, bei größeren 4″—6″, und zur Dicke, an der größeren Kranz-Peripherie gemessen, 2″—3″ und 4″—6″. Die Stiele werden an zwei, manchmal auch auf drei Seiten an den Zapfen, mit welchen sie in den Felgen stecken, um $\frac{1}{2}$″—$\frac{3}{4}$″ abgesetzt, und die Zapfen selbst nach der Richtung der Radien verjüngt, Fig. 1, 2, 6 und 7. Außerhalb der größeren Kranz-Peripherie werden die Stiele an der Hinterseite um $\frac{1}{2}$″—$\frac{3}{4}$″ abgeschrägt, über Hirn abgerundet und an den beiden hintern Ecken ringsherum mit einer Facette versehen.

Die Nägel m, m ꝛc. zur Befestigung der Schaufelstiele werden von gespaltenem Eichenholz $\frac{1}{2}$″—$\frac{3}{4}$″ dick gemacht.

Die Nägel h h ꝛc. zur Befestigung der Schaufeln werden von gespaltenem Eichenholz, und in den Dimensionen wie in Fig. 9 Fig. 9
und 10 gemacht. Die Gefieder g g ꝛc. von Fichten- oder Föhrenholz, sind $\frac{1}{2}$″—$\frac{3}{4}$″ dick und $1\frac{1}{2}$″—2″ breit. In Hinsicht der Zeichnung sowohl dieses, als der folgenden Wasserräder, ist zu bemerken, daß, gleich wie bei den Zahnrädern, immer die erste verticale Projection des Rades mit dem Gerinne zuerst in Blei hergestellt und selbst ausgezogen, und aus ihr dann die horizontale oder die zweite verticale Projection abgeleitet wird; bevor man aber zum Ausziehen dieser mit Tusch schreitet, ist es immer wünschenswerth auch die Detaile, wie Fig. 4—12, ja, wenn diese in einem größeren Maßstabe gezeichnet und 10

Bl. 39. werden, sie zuerst noch vor Herstellung der zweiten verticalen Projection zu machen, um dann einzelne Maße aus ihnen für diese abnehmen zu können. Wo man Farben anwendet, muß man, wenn die schattirten Theile schraffirt werden, die Farben zuerst auftragen, dann erst die Schraffuren herstellen und Schattenlinien ziehen, indem sonst die mit Tusch gezogenen Linien von der Farbe angegriffen werden, der Tusch sich auflöset, mit der Farbe vermischt und so Unreinheiten in der Zeichnung entstehen. Die Zwischenfelder der Pfähle I und der Bodenschwellen II, Fig. 1 und 2, so wie überhaupt alles durchschnitten gedachte Erdreich kann man auf die schnellste Weise herstellen, wenn man nicht vorzieht, sie aus freier Hand mit der Rabenfeder, so wie sie im Original sind, zu machen, indem man mit einem leichten Tuschton, oder gelben Ocker, unter welchen man pulverisirte Galläpfel mischt, diese Felder anlegt, und wenn sie getrocknet sind, die anklebenden Galläpfelstücke mit gummi elasticum wegreibt. Das Wasser legt man mit einem leichten blauen oder grünen Ton an, wird selbes außer diesen, wie hier noch schraffirt, so müssen die Schraffuren gleichfalls erst später eingetragen werden.

§. 215.

Unterschlächtiges Wasserrad im Schnurgerinne.

Staberrad.

Blatt 40. Fig. 13—25.

Die Staberräder unterscheiden sich, wie schon angeführt, von den Strauberrädern bloß darin, daß ihre Schaufeln zwischen zwei, aus mehreren Felgen gebildeten Kränzen, in diese, wie die Stufen einer hölzernen Treppe in die Wangen, in Stufen eingesetzt oder eingeschoben sind. Ihre Construction ist sehr einfach und sie sind im Allgemeinen dauerhafter als die Strauberräder, weßwegen man sie an anderen Orten sowohl zum Betriebe wenig Kraft in Anspruch nehmender Werke, wie unserer einfachen deutschen Mahlmühlen ꝛc., als auch bei größeren Anlagen, wo ein stärkerer Widerstand zu überwältigen ist, wie bei Hammer-, Walzwerken ꝛc. vielfach anwendet. Ihr Gerinne kann, wie dieses auch bei den Strauberrädern der Fall ist, ein Schnur- oder Kropfgerinne seyn, oder man kann sie im freien Wasser als Pansterräder gebrauchen, auf welche Benützungsarten wir bei den erwähnten Rädergattungen später noch zurückkommen werden.

Fig. 13 bis 25. Blatt 40 Fig. 13—25 haben wir ein Staberrad im Schnurgerinne dargestellt, wobei wir bemerken, daß für dieselben Theile, als Arme, Schaufeln, Schützen ꝛc., die gleichen Buchstaben, wie bei dem auf Blatt 39 dargestellten Strauberrade genommen wurden, und nur neue

Theile mit anderen Buchstaben bezeichnet sind. Um Projectionen zu sparen, hat man in Fig. 13 als erster verticalen Projection das Rad so dargestellt, daß die eine Hälfte äußere Ansicht, die andere ein Durchschnitt mit einer senkrechten Ebene 1, 2, Fig. 14 ist. In der horizontalen Projection Fig. 14 hat man sich die Gries-Säulen G, G mit einer Ebene 3, 4, Fig. 13, durchschnitten gedacht; in den übrigen Projectionen besagen die Aufschriften ohnehin das Nöthige. Bl. 40. Fig. 13 bis 25.

Das Rad besteht aus zwei Kränzen D D, Fig 13—15, von welchen jeder aus einer doppelten Lage von Felgen e, e und g, g, wie bei den hölzernen Stirnrädern gebildet ist; die Felgen e, e und g, g, hier 12 an der Zahl für jede Lage, werden aus Brettern, deren Dicke nicht unter $1\frac{1}{2}''$ beträgt, ausgeschnitten, über Hirn stumpf aneinander anstehend gestoßen, und die Stöße vertheilt, daß die e, e der einen inneren Felgenlage immer auf die Mitte g, g der anderen äußeren Reihe g, g treffen. Fig. 16—20 in doppelter Maßstabgröße dargestellt. Die Länge jeder einzelnen Felge und ihre Anzahl richtet sich nach der Radgröße und nach der Breite der Bretter, aus welchen sie geschnitten werden, welche Breite übrigens bei der Dicke von $1\frac{1}{2}''$, 18″ nicht leicht überschritten wird. Bei größerer Dicke kann die Brettbreite 21″ — 24″ seyn. Hier bei der Anzahl von 12 Felgen einer jeden Reihe reichen Bretter von 16″ Breite aus, und die Länge einer Felge ist 4′ 3″. Die Dicke beträgt hier bei der innern Felgenreihe e, e 2″; bei der äußeren g, g $1\frac{1}{2}''$, und man macht die inneren Felgen e, e deßwegen dicker, weil sie durch die Nuthen, in welche die Schaufeln eingesetzt sind, überhaupt geschwächt werden. Die Verbindung und Befestigung der Felgen aufeinander und miteinander ist ganz dieselbe wie bei den hölzernen Stirnrädern und besteht aus cylindrischen Nägeln von gespaltenem, gut ausgetrocknetem Eichenholz, welche entweder auf einer Seite mit einem Kopfe versehen sind, der sich jedoch ganz in das Holz wie eine versenkte Holzschraube hineinziehen muß, wobei dann das andere Nagelende verkeilt wird; oder einfacher und zweckmäßiger macht man die Nägel gleich dick ohne Kopf, jedoch stark genug, daß sie die Löcher gut ausfüllen, wobei man sie, um ihr Eintreiben zu erleichtern, vor diesem mit Unschlitt oder Seife einschmiert, ebenso an den beiden flachen Seiten der Kränze, in welche die Löcher rechtwinklig gebohrt werden, schneidet man die Nägel ab, verkeilt sie hier auf beiden Seiten und verputzt sie bündig. Die Keile müssen hier wie in ähnlichen Fällen, zur Verhütung des Springens der Felgen, quer über die Fasern des Holzes zu stehen kommen. Die Dicke der Nägel kann $\frac{1}{2}''$ — $\frac{3}{4}''$ betragen. Die Nägel müssen so eingetheilt werden, daß, eben um auch das Sprengen der Felgen zu verhüten, das Mittel eines Loches von einem Felgenstoße,

Bl. 40. Fig. 13 bis 23. so wie auch von der äußern und innern Kranzperipherie um $2\frac{1}{2}''$—$3''$ entfernt ist Fig. 13, und daß außer diesem kein Nagel auf eine Schaufel oder einen Radarm trifft, weil sie hier, besonders bei den Schaufeln, nur wieder herausgestemmt würden; die Breite der Radkränze **D D** beträgt hier 12″, bei kleineren Rädern 8″—10″, bei größeren aber 15″—18″. Föhren-, Lärchen- oder Eichenholz ist das geeignetste für die Radkränze, jedoch wird manchmal, aber nur für geringe Räder, Fichten- oder Tannenholz hiezu genommen.

Die Schaufeln f, f, bis daher meistens noch in der Richtung der Radien des Rades gestellt, wie hier, werden wo möglich aus einer einzelnen Brettbreite, nicht unter $\frac{3}{4}''$, aber auch nicht über 2″ dick genommen, und erhalten ihre Verbindung und Befestigung mit den zwei Radkränzen dadurch, daß sie in diese, wie schon im Eingange angeführt, wie die Stufen einer Treppe in die Wangen eingesetzt, in Ruthen b, b Fig. 6 gestellt (eingenuthet) werden, wobei jede Schaufel an jedem ihrer Enden einen angeschnitzten, mit ihr aus einem Stücke bestehenden cylindrischen oder flachen Zapfen o oder p, Fig. 16 und 17, hat, welche in entsprechenden Löchern o und q, Fig. 18, der Kränze **D** stehend, durch diese durchgehen und an ihrer Außenseite verkeilt sind. Die Dicke dieser Zapfen o und p ist gleich der der Schaufeln. Ihre Breite wird, wo sie flach gemacht werden, zu 3″—4″ genommen. Die Tiefe der Ruthen b b, Fig. 18 und 20, für die Schaufeln beträgt, je nach der Stärke der Kränze $\frac{3}{4}''$—2″. Föhren- oder Lärchenholz ist das gewöhnliche und geeignetste für die Schaufeln; bei kleinen und schwachen Rädern wird jedoch auch öfters Tannen- und Fichtenholz hiezu genommen. Die Breite der Schaufeln f f wird meist, wie hier, gleich der der Kränze **D, D** genommen und die Schaufeln an der innern und äußern Peripherie der Kränze bündig gemacht, wie im durchschnittenen Theile Fig. 13 links, oder man läßt dieselben, besonders wo man breitere Schaufeln nothwendig hat, wie in Fig. 13 rechts, über die innere Kranzperipherie, oder wie in Fig. 21 und 22 über die äußere Peripherie um 3″—4″ überstehen.

Hinsichtlich der Stellung der Schaufeln gilt, was wir Seite 349 in Fig. 12 Blatt 39 über die der Strauberräder angeführt haben.

Die Arme C, C, meist durch deutschen, hier aber durch holländischen Verband mit der Welle **A B** befestigt (in Betreff des Armverbandes gilt, was wir bei hölzernen, verzahnten Rädern aufgeführt haben), müssen hier auf den Außenseiten der Kränze Fig. 16, 17 und 19 bündig seyn, damit zwischen den Gerinnseiten-Wänden und dem Rade möglichst wenig Raum nothwendig ist, daher man sie, damit sie auch nach innen den Zwischenraum zweier Schaufeln nicht zu sehr verengen, so schmal als es seyn kann, macht. Hier ist die Breite 6″,

die Dicke 3″, nur bei sehr kleinen und geringe Kraft fortpflanzenden Bl. 40. Fig. 13
Rädern kann die Armdicke zu 2″—2½″ und die Breite 4″—5″ genom- bis 25.
men werden; bei größeren wird die Dicke 4″—6″, die Breite aber 9″—12″ betragen. Mit den Radkränzen werden die Arme entweder durch eiserne Schrauben n, Fig. 13 und 19, deren Köpfe auf der Außenseite der Kränze bündig eingelassen sind, verbunden und die Arme in die Kränze um ¾″—2″ von der innern Peripherie an versetzt, oder man stellt diese Verbindung wie in Fig. 23 dadurch her, daß man die Arme auf der innern und äußern ebenen Seite der Kränze bündig, in jede Felgenreihe e, e und g, g zur Hälfte einschneidet, und mit hölzernen, auf ihren Außenseiten verkeilten Nägeln vernagelt, oder sich hiezu, wie bei Fig. 19, eiserner Schrauben bedient, deren Muttern aber stets auf der innern Seite der Kränze aufliegen müssen.

Fig. 21 und 22 enthält außer der Armverbindung noch zwei andere Befestigungsarten der Schaufeln f f mit den Kränzen **D D**, wie selbe besonders in Böhmen üblich sind. Die Kränze **D D** werden hier zwar wie in Fig. 19, aus zwei Felgenreihen e, e und g, g gebildet, wobei die Felgen stumpf gestoßen und ihre beiden Reihen wie dort mit hölzernen Nägeln aufeinander befestigt sind, allein die Kränze werden schmal angeordnet, und nur an den Stellen, wo sie mit den Armen verbunden sind, auf eine Länge von ungefähr 4½′—5′ breiter gemacht, man läßt hiebei die Schaufeln f stets über die äußere Kranzperipherie um 3″—6″ vorstehen, setzt sie in Nuthen der inneren Felgenreihe e, e und läßt den über die größere Kranzperipherie überstehenden 3″—6″ breiten Theil der Schaufeln bis zur äußeren ebenen Kranzfläche der zweiten äußeren Felgenreihe g g gleich breit, stumpf auf der krummen Kranzfläche aufliegend, hinausgehen. Zur eigentlichen Befestigung der Schaufeln mit den Kränzen bedient man sich entweder bloß wie in Fig. 21 und 22 linker Hand umgebogener Wieden i i, von einem zähen Holze, welche durch hölzerne Keile k, k, festgehalten, auf der innern Kranzperipherie vorstehend zum Behufe des Herausnehmens einer Schaufel leicht wieder ausgeschlagen werden können; oder man gebraucht zur Befestigung ½″—¾″ eiserne Haken l, l, welche wie die Wieden i in Löcher der äußern Felgenreihe g, g eingetrieben und durch eiserne Keile m festgehalten werden.

Die Arme läßt man, besonders bei starken Rädern, noch über die größere Kranzperipherie vorstehen und versieht sie mit eisernen Ringen r, r, was besonders bei deutschem Armverbande gut ist, indem selbe durch das Eintreiben in die Welle über Hirn gern gesprengt werden.

Bl. 40. Fig. 13 bis 25. Das Gerinne hier, wie schon angeführt, ein Schnurgerinne, wie das des Strauberrades Blatt 39, besteht aus dem geneigten Boden q r und aus den zwei verticalen Seitenwänden. Wesentliche Bestandtheile des Gerinnes sind wieder die Hauptschwelle oder der Fachbaum P, welcher von gutem Eichenholz, wo möglich aus einem Stücke in der ganzen Breite des Wasserbaues durchgehend, auf eichene, nicht unter 9″ starke und von Mittel zu Mittel nicht über 4½′ von einander entfernte, bis zum Stillstand fest eingerahmte Grundpfähle K aufgezapft ist; 7″—8″ von der Hauptschwelle P nach aufwärts entfernt, liegt eine zweite Schwelle Q von Eichenholz und auf solche, in gleicher Entfernung, wie die der Hauptschwelle P festeingeschlagene Pfähle R aufgezapft, zwischen welcher Schwelle Q und der Hauptschwelle P eine das Unterspülen des Wasserbaues, so wie das Durchfließen des Wassers unter dem Gerinnboden verhütende, fest eingetriebene Spundwand s sich befindet. Unterhalb der Hauptschwelle P sind zum Tragen und zur Befestigung des Bodens q r in einer Entfernung von 4′—5′ von Mittel zu Mittel, die Bodenschwellen H auf 5′—7′ eingeschlagene 6″—8″ starke Pfähle I von Eichen- oder Fichtenholz aufgezapft. Wenn es die Umstände erlauben, so läßt man diese Bodenschwellen H, gleich der Hauptschwelle P, durch die ganze Breite des Wasserbaues durchlaufen und schlägt die Pfähle I, auf welche sie aufgezapft werden, in einer Entfernung von 4′—5′ auseinander; in den meisten Fällen, wo mehrere Räder nebeneinander angeordnet sind, nimmt man für jedes Gerinne besondere Schwellen, von welchen bei einer Radbreite unter 7′ jede nur zwei Pfähle erhält, über welche man sie 6″—9″ vorstehen läßt. Der Boden q r, aus föhrenen oder eichenen 2″—3″ dicken Läden (Dielen) geästert oder gefalzt, wird durch eiserne Nägel auf die Bodenschwellen H befestigt, und um sein Unterspülen von der untern Seite zu verhüten, wird am Ende desselben eine Spundwand mit Verschwellung wie die Q S an der Hauptschwelle P angelegt.

Auf die Hauptschwelle P werden zur Bildung der Gerinn-Seitenwände und als Anhalt für die Schützen die Griessäulen G aufgezapft, welche unter sich nach oben wieder durch den durchlaufenden Holm M, in diesen eingezapft, verbunden sind. Außer diesen sind für die Seitenwände meist eigene Wandpfähle T, gewöhnlich zunächst den Bodenschwellen H in einer Stärke von 8″—9″ bis zu 1′ Dicke fest eingerammt, und auf jede Pfahlreihe eine eigene Schwelle, Holm, Wiedebank L von Föhren- oder Eichenholz aufgezapft. In einem Falz der Gerinnsäulen G und an die Wandpfähle T sind die Seitenwände aus 2—3zölligen Föhren-Läden bestehend und geästert oder gefalzt, mit eisernen Nägeln befestigt, wobei zu den Wänden auf 1½′—2′ vom Boden nach aufwärts etwas stärkere

und eichene Läden Fig. 24 genommen und der untere in einer Nuthe des Bodens q r eingesetzt wird, oder man legt in jede Ecke ein eigenes rechtwinklig ausgearbeitetes Eckstück Fig. 25 von Eichenholz ein, welches auf die Bodenschwellen H und an die Wandpfähle T mit starken eisernen Nägeln befestigt wird und mit zwei Nuthen versehen ist, in deren eine die nächste Boden- und in die andere die nächste Wanddiele genau einpaßt, so daß Wände und Boden vollkommen wasserdicht sind. Die oberen Dielen der Seitenwände können von Fichten- oder Tannenholz seyn und entweder bis zum Holm L hinaufgehen, oder man verschalt, wie hier Fig. 13 und 24, nur ein Stück weit hinauf und läßt den anderen Theil leer. Jedenfalls trägt eine gute Verschalung viel zur Verbindung und Befestigung der Wandpfähle T und des Holmes L bei. Bl. 40. Fig. 13 bis 25.

Die Felder zwischen den Bodenschwellen H werden entweder mit Tegel (fette Thongattung) oder mit Letten oder auch Kies angefüllt und gut ausgestoßen. Auch die Felder zwischen den Wandpfählen T werden öfters mit Thon oder Letten ausgefüllt, dieses kann übrigens als überflüssig wegbleiben, wenn die Wände auf und auf verschalt und gut wasserdicht gearbeitet sind. Die Schütze E besteht aus 3 — 4zölligen, föhrenen oder eichenen geästerten Läden (Bohlen), welche durch zwei Leisten s, s, Fig. 13—15, dann durch den Aufzugbaum t (Schützenstingel) sämmtlich mit eisernen Schrauben mit jenen verbunden, zusammengehalten werden. Der Schützenstingel oder Aufzugbaum t geht durch den Holm M durch, und ist an seiner Vorderseite mit einer, mit mehreren durch den Aufzugbaum durchgehenden runden Löchern versehenen Schiene Fig. 14 und 15 w, deßgleichen an einer seiner Seiten mit einer anderen Schiene u beschlagen, welch letztere mehrere Vertiefungen hat, in welche ein auf dem Holm M stehender Sperrkegel v eingreifen kann, der die Schütze E, wenn selbe gezogen wird, was mittelst einer Eisenstange, die in eines der Löcher der Schiene w aufwärts schräg eingesteckt wird und auf dem Holm M aufliegend, dann mit den Händen an ihrem anderen Ende ergriffen, niedergedrückt wird, in jeder Höhe festhält. Das Niederlassen der Schütze wird, besonders wenn sie hoch aufgezogen ist, wo der Druck des Stauwassers nicht mehr groß ist, durch ihr eigenes Gewicht bewirkt, und außer diesem wird selbe dadurch gänzlich zugestellt, daß man mit einem schweren Hammer oder Schlägel auf das obere Ende des Aufzugbaumes t schlägt, bis sie ganz auf dem Fachbaume P aufsitzt, weßwegen das obere Ende des Aufzugbaumes t mit einem Ringe beschlagen wird. Um die Reibung der Schütze in ihren, in den Griessäulen eingezogenen Falzen zu vermindern, legt man in diese öfters auch Schienen aus Schmiedeisen ein, welche dann durch mit versenkten Köpfen

Bl. 40. Fig. 13 bis 25. versehene Nägel befestigt werden. Die zweite Schütze links Fig. 15 mit derselben Bezeichnung, würde für ein zweites Rad oder für den Freilauf, Fehlschuß, dienen. Dieser Freilauf, Fehlschuß, auch glatte Fluther genannt, dient zum Ablassen des Ueberwassers, und muß überall zunächst den andern Gerinnen und in einer solchen Größe angelegt werden, daß, wenn die Räder plötzliches Ab- oder Zustellen erheischen, oder irgendwie ein größerer Wasserzufluß veranlaßt wird, alles Wasser durch selben abgelassen werden kann. Wo ein solcher Freilauf oder ein zweites Gerinne vorhanden ist, kann man, um den Anwellbänken N, Fig. 13—15, ein festes Auflager zu verschaffen, Wechsel o o auf die Holme L auflegen und die Anwellbank N auf diese so aufkämmen, daß man den Wellenhals A von gehöriger Länge zur Verbindung der Wellzapfen erhält, und diese Theile mit eisernen Schrauben untereinander verbinden und befestigen kann. Hinsichtlich des Gefälles für den Gerinnboden und die Erweiterung der Seiten desselben gilt, was wir bei den Strauberrädern angeführt haben. Deßgleichen in Betreff der Bestimmung der Schaufelanzahl und der Radbreite. Beträgt die Breite des Rades mehr als 5′—6′, so müssen statt zwei, drei und bei größerer Breite verhältnißmäßig noch mehr Kränze D, D genommen werden.

§. 216.

Unterschlächtiges eisernes Wasserrad mit krummen Schaufeln.

(Poncelet-Rad.)

Blatt 41 Fig. 26—29 und Blatt 42 Fig. 30—48.

Außer den Vorschlägen, die Schaufeln der unterschlächtigen Räder nicht mehr radial zu stellen, sondern denselben eine bedeutende Neigung gegen den Wasserspiegel zu geben — eine Neuerung, welche von allen unterrichteten Praktikern allenthalben schon befolgt wird — sind besonders von einigen Theoretikern Vorschriften ausgegangen, nach welchen die Schaufeln nicht mehr nach ebenen, sondern nach krummen Flächen geformt werden sollen, wodurch das Maximum der Wirkung bedeutend erhöht werden soll. Obwohl nun durch andere, freilich auch nur wieder theoretisch, bewiesen wurde, daß Räder mit ebenen, aber gebrochenen Schaufeln unter gleichen Umständen nicht nur dasselbe, sondern noch mehr leisten, so können wir doch nicht umhin, hier eines dieser krummgeschaufelten Räder, welches nach dem von einem Franzosen, Namens Poncelet, aufgestellten Systeme in Frankreich *) und nach gedruckten Berichten vollkommen entsprechen soll,

*) Und zwar von Poncelet angegeben und ausgeführt in dem Eisenhammerwerke von Guerigny zum Betriebe der Streckwerke des zur Fabrication der Cabeltaue geeigneten Eisens.

hier in allen Detailen aufzuführen, was um so mehr Interesse darbieten wird, als dieses Rad ganz aus Eisen ausgeführt und so construirt ist, daß man nach ihm auch andere Räder, mit ebenen oder gebrochenen Schaufeln, ausführen kann. Wir haben demselben deßwegen auch die beiden Platten 41 und 42 eingeräumt, so daß die Platte 41 das Rad mit seinem Gerinne und der Schütze, hingegen Blatt 42 Durchschnitte des Rades mit den nöthigen Detailen enthält.

Es ist Fig. 26 auf Blatt 41 eine Seiten- oder erste verticale Projection, wobei das Gerinne mit einer verticalen Ebene 1, 2 durchschnitten ist; Fig. 27, zweite verticale Projection von der Ober- oder Vorderseite des Rades, mit dem nach der Linie 3, 4 durchschnittenen Gerinne; Fig. 28 horizontale Projection des Gerinnes mit der Schütze ohne Rad nach 5, 6, und Fig. 29 ist horizontale Projection des Gerinnes mit der Schütze, von der wagrechten Ebene 7, 8 durchschnitten gedacht. Blatt 42 Fig. 30 nochmal erste verticale Projection des Rades, wobei man sich dasselbe mit einer senkrechten Ebene durchschnitten gedacht hat; Fig. 31 ist eine zweite verticale Projection des Rades, mit einer senkrechten Ebene durch die Mitte der Wellenachse durchschnitten. Bei den Detailen besagen die Aufschriften ohnehin das Nöthige. Die gleichen Theile sind auf beiden Platten mit denselben Buchstaben, jedoch nicht analog den bisher beschriebenen hölzernen Rädern, bezeichnet, und wir beziehen im Allgemeinen unsere Erklärungen auf beide Blätter.

Bl. 41 Fig. 26 bis 29.

Bl. 42 Fig. 30 bis 48.

Das Rad besteht aus 3 Kränzen B von Eisenblech, deren jeder aus acht Felgen zusammengesetzt ist, welche unter sich durch Nieten verbunden sind. Die Schaufeln A sind gleichfalls von Eisenblech, von 2‴ Dicke und jede aus zwei Stücken. Die Arme C sind von Schmiedeisen und an die Kränze B angenietet, dann durch Schrauben und Keile mit den eigenen 3 gußeisernen Wellengehäusen, Naben N, verbunden, mittelst welcher das Rad mit der schmiedeisernen gedrehten Welle P, durch je 4 Keile für jede Nabe, verbunden ist. Die Größe des Rad-Diameters hängt von dem Gefälle des Aufschlagwassers und dem zu überwältigenden Widerstande ab. Die Breite a d des Kranzes, Fig. 26 und 30, hängt von der Gefällshöhe ab, und soll nach Poncelet's Angaben nie weniger als ein Viertel der ganzen Gefällshöhe, bei Gefällen von 2 Meter, bayerisch nahe 6′ 10½″ seyn; diese Kranzbreite kann aber für kleinere Gefälle auf ⅓, ja selbst auf die Hälfte der ganzen Gefällshöhe angenommen werden. Die Schaufeln sind nach einem Stücke eines Kreiscylinders gebogen, dessen Basis a f, Blatt 41 Fig. 26, man auf folgende Weise erhält. Man zieht einen Radius C a und von a eine gerade a b unter einem Winkel von $24^0 - 25^0$ zum Radius C a; von der innern Kranzperipherie trägt man auf den Radius a C ungefähr ⅙ der

Bl. 41 Fig. 26 und 29. ganzen Kranzbreite von d nach e, und beschreibt durch e aus C einen Kreisbogen bis zu b; b ist nun der Mittelpunkt und b f der Radius des Kreisbogens f a, nach welchem die Schaufeln ihre Biegung erhalten müssen.

Damit das Wasser mit dem möglich kleinsten Verluste von lebendiger Kraft auf die Schaufeln kommt, hat der Boden einen Fall von $3^0 - 4^0$, so daß das Niveau oder die oberste Linie des Wasserspiegels, welche bei der Schützenöffnung D zum Vorscheine kommen soll, nachdem die Schütze geöffnet ist, die äußerste Umfangslinie des Rades trifft, indem sie mit der am Durchschnittspunkte a gezogenen a h einen Winkel von $24^0 - 25^0$ macht. Der geneigte Gerinnsboden i k bildet eine tangirende Ebene an der größeren Kranzperipherie, jedoch so, daß zwischen beiden ein Zwischenraum von $^3/_4$" — 1" bleibt. Vom Berührungspunkte i der Bodenlinie i k und der größeren Kranzperipherie verlängert man den Boden bis l, so daß l i gleich der Entfernung zweier Schaufeln auf der größeren Kranzperipherie gemessen, ist. Von l an hat man dem Gerinnsboden einen bedeutenden Fall vor i gegeben, indem man eine ausgekehlte Schwelle E, quer durch das ganze Gerinne gehend, eingelegt hat. Die Schütze E möglichst nahe zum Rade hinzubringen, ist eine Hauptbedingung bei diesen Rädern, weßwegen dieselbe stets schief, mit bedeutender Neigung vorwärts gegen den Spiegel des Oberwassers, angelegt ist. D ist die Oeffnung, durch welche das Wasser auf das Rad kömmt und wird in Hinsicht seiner Höhe durch die Schütze E geregelt, und zwar mittelst einer eisernen Welle G, mit solchen Zahnrädern in die Zahnstange H eingreifend, welche auf dem hölzernen Rahmen I befestigt ist, der sich gegen den obern Theil durch Rollen erhält, und mit seinem Untertheil an die Schütze angenagelt ist, welche die ganze Breite des Gerinnes besitzt, Fig. 28 und 29, und gleitet in den Falzen, welche in der ganzen Länge der geneigten Holzstücke I eingezogen sind, welche Holzstücke I ihrerseits wieder durch starke Querhölzer L und L′ festgehalten und durch einen mittleren Riegel K verbunden sind, welcher zugleich mit L und L′ zum Anschlagen einer festen stehenden Bretterwand dient, welche wasserdicht gefügt, dem Drucke des Ober- oder Stauwassers widerstehend, selbes in einen Strom zusammenzubringen zum Zwecke hat. Damit aber der Wasserstrahl bei dem Durchgange durch die Schützenöffnung D sich nicht zusammenziehen könne, hat man die Oeffnung D breiter gemacht als das Rad, und ihre Einmündung nach oberhalb erweitert und abgerundet.

Blatt 42 Fig. 30. Um die Verbindung aller Theile, aus welchen dieses Rad besteht, gehörig kennen zu lernen, hat man das ganze Blatt 42, wie schon erwähnt, der Darstellung von Detailen gewidmet und hier in Fig. 30 zur Erläuterung noch eine erste

verticale oder Seitenprojection des Rades, mit theilweiser Hinweglassung Bl. 42.
des Kranzes, dann in Fig. 31 einen Durchschnitt einer Seite nach 8, 9, Fig. 30 bis 45.
andererseits mit einer verticalen, durch die Wellachse gehenden Ebene angenommen, aus welchen beiden Projectionen man sieht, daß die 3 Kränze B durch 8 Schrauben Q zusammengehalten werden, welche an den Stellen, wo sie durch die Kränze gehen, mit doppelten Muttern versehen sind, wodurch man im Stande ist, die Kränze nach der Länge der Schaufeln A genau auf ihre gehörige Entfernung zu stellen und in selber festzuhalten. Fig. 44 ist eine solche Schraube, vergrößert dargestellt, wobei man in den Kränzen B eine doppelte Blechdicke bemerkt, was seinen Grund darin hat, daß man sich die Kränze B an einer der Stellen 8, 9 durchschnitten gedacht hat, wo zwei Kranzfelgen zusammengefügt sind. Diese Zusammenfügung der Kranzfelgen besteht nämlich darin, daß, wie aus Fig. 41 — 43 ersichtlich, die eine Felge an ihrem Ende rechtwinklig gefalzt ist, die andere um das gleiche Stück länger in den Falz der ersten eingelegt, und beide miteinander durchlocht, durch zwei Reihen Nietnägel mit einander befestigt werden; eine Verbindung, welche übrigens auch weniger umständlich dadurch hätte hergestellt werden können, daß man die Felgen stumpf gestoßen und bloß auf der Außenseite einen Blechstreifen mit den zwei Reihen Nietnägeln befestigt hätte. Die acht schmiedeisernen Arme C sind auf der Mitte zwischen zwei Felgenstößen, wie aus Fig. 35 — 37 ersichtlich, auf der Außenseite der Kränze B, stumpf an diese anliegend, gleichfalls durch zwei Reihen Nietnägel mit ihnen verbunden. In den gußeisernen Naben, Rosetten, Holländer, N Fig. 32—34 sind die Arme C gegen den Radmittelpunkt hin verjüngt, in entsprechende Vertiefungen eingepaßt, und theils durch auf beiden Seiten eingetriebene Keile aus Federzeug (ein Gemenge von Eisen und Stahl), und außer diesen durch zwei Schrauben für jeden Arm gehörig verbunden und befestigt. Außer diesem sind allemal die 8 Arme C eines jeden der drei Kränze B, dann die 24 Arme aller Kränze noch miteinander durch ein Achteck, aus schmiedeisernen Schienen O bestehend, und mit Schrauben Q, Fig. 45, verbunden, welch letztere gleich den Schrauben Fig. 44 an der Stelle wo sie durch die Arme C und das Achteck O durchgehen, mit doppelten Muttern versehen sind, um den Parallelismus der Arme genau herstellen und gehörig festhalten zu können.

Zur Verbindung der Schaufeln A mit den Radkränzen B sind nach der Krümmung der Schaufeln A geformte Leisten M, Fig. 38 — 40, besonders dargestellt, durch vier Nieten an die Kränze B befestigt, von welchen Leisten wieder jede mit drei Laschen, Flanschen, mit Federn versehen ist, an welche die Schaufeln A angeschraubt werden. Fig. 46—48 sind

Bl. 42. noch Detaile eines der in einem eigenen Support durch schmiedeiserne Keile festzustellenden Zapfenlager R, von welchen, wie aus Fig. 26—28 Blatt 41 ersichtlich, das eine auf der äußeren hölzernen Gerinnswand, das andere aber auf der Wassermauer placirt und durch Schrauben festgehalten wird.

§. 217.

Unterschlächtige Wasserrad in freiem Wasser.

(Ziehpanster-Rad).

Blatt 43. Fig. 49—56.

Die unterschlächtigen Räder im freien Wasser heißen, wie schon angeführt, im Allgemeinen Pansterräder und können in folgende drei Classen getheilt werden:

1) Stockpanster,
2) Ziehpanster, und
3) Schiffmühlräder.

Alle drei Abtheilungen können entweder Strauber- oder Staberräder seyn, und unterscheiden sich von diesen, wie schon angeführt, hauptsächlich nur darin, daß sie nicht wie jene, eigens gebaute Gerinne haben, sondern nur in Bäche oder Flüsse, in welchen man weder Stauwasser noch Schützen haben kann, frei eingehängt werden, daher ihr Name Räder im freien Wasser. Da die Geschwindigkeit des Wassers, wenn der Boden des Rinnsales kein anderes, als das vorhandene natürliche Gefälle hat, und keine Aufstauung desselben stattfinden darf, gewöhnlich nicht beträchtlich ist, so muß man dieses durch eine größere Schaufelfläche zu ersetzen trachten, daher alle drei Rädergattungen meist sehr breit sind und gewöhnlich breitere Schaufeln erhalten müssen, als die Räder im Schnurgerinne, weßwegen auch, wenn man die Construction der Strauberräder wählt, selten nur ein Radkranz ausreicht, sondern deren drei, vier und noch mehrere nothwendig werden, so daß solch ein Rad die ganze Breite eines Baches, von 15′—20′ und noch mehr in Anspruch nimmt, daher man sonst auch alle Räder nach den Strauberrädern construirt, und wenn selbe zwei oder mehrere Kränze hatten, Pansterräder nannte.

Den Unterschied der Stock- und Ziehpansterräder haben wir bereits aufgeführt und haben hiezu nur noch zu bemerken, daß man mit den Ziehpansterrädern manchmal noch ein schwimmendes Gerinne zur Verhinderung des Abflusses des Wassers unter dem Rade verbindet, welches mit dem Rade gleichzeitig in die Höhe gezogen wird. Die Vorrichtung zum Heben und Einsenken eines Ziehpansterrades nennt man Pansterzeug; solch ein Pansterzeug besteht aus einer Zusammensetzung von

Zahnrädern mit einem Haspel und Sperrvorrichtung nach Art der Wagenwinden; öfters wendet man auch die archimedische Schraube oder (Gewinde ohne Ende) Schraubengeschirre hiezu an; deßgleichen Hebel mit Haspel, letztere besonders dann, wenn an der Wasserradwelle ein in ein Getriebe greifendes Zahnrad nothwendig ist und beide Räder, wenn auch das Wasserrad gehoben oder gesenkt wird, im Eingriffe bleiben müssen.

Die Schiffmühlräder sind Pansterräder wie die beiden beschriebenen, und von diesen nur darin verschieden, daß das Rad zwischen zwei Schiffen frei im Wasser geht, so daß das eine Lager für die Welle auf dem einen kleinen (Wellenschiff genannt) ist, während das andere mit dem Mühlwerke im zweiten größeren (Hauptschiff, Hausschiff genannt) einen Platz hat.

Der Nutzeffect dieser drei Gattungen ist unter gleichen Umständen ziemlich derselbe und bleibt unter dem der Räder im Schnurgerinne, daher sie auch nur da Anwendung finden, wo man keine anderen haben kann. Da die drei Gattungen gleiche Construction haben, halten wir es hinreichend, eines derselben aufzuführen.

Wir haben ein Zugpansterrad gewählt, und diesem das Blatt 43 ganz eingeräumt, wobei wir auch (zur Ersparung von Wiederholungen in Benennung der Theile ꝛc.) dieselben Theile mit den gleichen Buchstaben bezeichnet haben, wie im Strauberrad-Blatt 39 und hiebei auch die Construction der Strauberräder gewählt. Da das Rad nur eine Breite von 8′ hat, so reichen zwei Kränze für dasselbe aus, deren Mittel von den Schaufelenden, hier $1\frac{1}{2}'$, beträgt und bei der Schaufeldicke von $\frac{3}{4}''$—$1\frac{1}{2}''$, nicht wohl über 2′ genommen werden kann. Die Radkränze können, wie bei den Staberrädern, aus zwei aufeinander gedüppelten Felgenlagen, oder besser noch aus massiven, krummgewachsenen Felgen D, hier sechs an der Zahl, bestehen; sie erhalten, wie aus Fig. 51 und 52 ersichtlich, ihre Verbindung unter sich durch Einscheeren mit kurzen Zapfen, verstärkt durch auf den flachen Seiten der Kränze eingelassene schmiedeiserne Schienen oder Bruchen s, und zwei solcher Schrauben für jedes par Schienen. Die Felgen werden auf die Mitte zwischen zwei Arme gestoßen, was bei dieser Construction, mit nicht radial gestellten Schaufeln und deutschem Armverbande, wo kein Arm einen Schaufelstiel vertreten kann, jedenfalls am zweckmäßigsten ist. Die Arme C sind, wie aus Fig. 55 ersichtlich, in die Felgen D eingezapft, und um größere Festigkeit und Dauer zu erzielen, durch eingelassene Bruchen t mit Schrauben untereinander gehörig verbunden.

Bl. 43. Fig. 49 bis 56.

Die Verbindung der Schaufeln f mit ihren Stielen e m und dieser mit den Kränzen ist gewöhnlich dieselbe, wie beim Strauberrad Blatt 39.

Bl. 43. Fig. 49 bis 56. Die Schaufeln f, gewöhnlich noch, jedoch ungeeignet, radial gestellt, erhalten bei den Pansterrädern eine Breite von 16" — 20" und sind hier nach der, bei Strauberrädern aufgeführten Regel gegen den Wasserspiegel, und zwar hier unter einem Winkel von 22°, zum Radius geneigt. Bei solch großer Breite der Schaufeln müssen zu jeder Schaufel meist zwei Bretter genommen werden, die dann in der Mitte öfters auch auf beiden Seiten außerhalb der Schaufelstiele durch aufgenagelte Leisten unter sich verbunden werden. Außer diesem werden die Schaufeln untereinander noch durch zwei, drei und noch mehrere Gefiederkränze wie auf Blatt 39, je nach der Breite des Rades abgesteift, verriegelt. Fig. 53 sind i i die äußern Löcher, und k ein mittleres Loch für die Gefieder oder Riegel. Wir haben die Gefieder hier ausgelassen und sind aus den bei den Strauberrädern angeführten Gründen nicht für ihren Gebrauch.

Kränze, Arme und Schaufelstiele sind Föhren- oder Eichenholz, die Schaufeln Föhren-, auch Fichten- und Tannenholz.

Das Pansterzeug in Fig. 49, 53 und 56 dargestellt, ist für jedes Wellenende eine doppelte Hebelade, bestehend aus zwei senkrechten Säulen G, dieselben sind in Schwellen H eingezapft, durch Büge P abgesteift, und unterhalb durch ein Quertheil K, oberhalb durch einen Holm M mit vernagelten Zapfen zu einem ganzen Gestelle verbunden, welchem eine feste unveränderliche Lage dadurch gegeben ist, daß die Schwellen H einerseits auf den das Seitenbeschlächt des Baches l zusammenhaltenden, auf die Wandpfähle I aufgezapften Holm L, anderseits auf eine zweite, hier nicht gezeichnete, auf Pfählen oder auf einem festen Mauerwerke aufliegende Schwelle aufgekämmt ist. Die Anwellbank N ist an ihren beiden Enden mit langen Zapfen versehen, mit diesen in Schlitzen O der senkrechten Säulen G beweglich und liegt auf zwei versteckbaren Nägeln r s. Die Säulen G sind die eigentlichen bekannten Hebeladen, und beide auf ihrer innern und äußern Seite mit durchlochten, schmiedeisernen Schienen beschlagen, in deren jedes Loch die Stecknägel r s passen. Durch die Zapfen der Anwellbank N in der Mitte jeder Säule G gehen eiserne Schrauben v, Fig. 50 und 56, welche an ihrem oberen Ende einen starken Ring haben, in welchem ein an einem Hebel Q R beweglicher Haken eingehängt werden kann.

Im Hebel Q R, Fig. 56, sind an dessen Unterseite nach der Rundung der Nägel s und r vertiefte Kerben in etwas größerer Entfernung von einander, als die Löcher in den Säulen G. Will man nun das Rad aus dem Wasser herausheben, so hängt man den Haken des Hebels Q R in den Ring v in der in Fig. 56 gezeichneten Lage ein und steckt einen ande-

ren vorräthigen dritten Stecknagel u ein, drückt den Hebel Q R an seinem Bl. 43. Fig. 56
anderen Ende Q so weit nieder, bis man den inzwischen ausgezogenen Nagel s in das nächste Loch w oberhalb einstecken kann, hebt den Hebel Q R, der nun seinen Ruhe- oder Bewegungspunkt in dem in w eingesteckten Nagel hat, mit seinem Ende Q wieder in die Höhe, zieht den Nagel u aus, und steckt ihn wieder in das nächste Loch x u. s. f.; gewöhnlich hat man den Hebel Q R doppelt, so daß ein zweiter Mann auch gleichzeitig auf der andern Seite zu heben beginnt, übrigens kann auch ein Mann mit nur einem Hebel, indem er zuerst an 3—4 Löchern auf einer Seite hebt, und dann dasselbe auf der anderen Seite v thut, das Rad nur langsamer heben. Das Niederlassen des Rades geschieht auf dieselbe Weise. Diese Vorrichtung der Hebelade ist bei uns unter dem Namen Schnackelsäule allbekannt, und wird als eine einzelne transportable Säule bei Fuhrwerken auf kurze Distanzen, besonders zum Aufladen ganzer Bäume in Waldungen durch einen einzigen oder zwei Männer bedient, häufig gebraucht. Als Pansterzeug ist sie wegen der Langsamkeit nicht überall anwendbar und wird durch Winden und Hebel mit Haspeln oft vertreten, wovon wir zwei Beispiele im nächsten §. anführen wollen.

§. 218.

Pansterzeug mit Hebel und Haspel.

Bl. 44.

Blatt 44, Fig. 57.

Die im vorigen §. beschriebene Vorrichtung zum Heben des Rades aus dem Wasser oder zu dessen tieferem Einsenken in dasselbe, gewöhnlich Pansterzeug genannt, ist in allen Fällen nicht zu gebrauchen, wo die Geschwindigkeit des Wasserrades entweder vergrößert oder vermindert werden müßte, wozu man sich als am einfachsten und wenigst kostspieligen eines Vorgeleges (Kammrades mit Getriebe) bedient, weil hiebei das an der Wasserradwelle befindliche Rad mit dem auf der zur Fortpflanzung der Bewegung nöthigen Welle fest aufgesteckten Getriebe außer Eingriff gesetzt würde. Wir führen deßwegen noch zwei Pansterzeuge, auf Blatt 44 in Fig. 57—60 dargestellt, auf, mittelst welcher dieser Zweck vollkommen erreicht wird.

Bei dem ersten derselben Fig. 57 und 58 sind Arme und Kranz des Fig. 57 und 58.
Wasserrades A, dann das Getriebe B aus Gußeisen, dessen Welle aber, so wie die des Getriebes B, mittelst welcher die Bewegung fortgepflanzt wird, von Schmiedeisen. Die Welle des Getriebes B ist fest gelagert

Bl. 44. Fig. 57 und 58. und dient noch zwei Hebeln C D aus Holz, besser noch aus Gußeisen, als Drehachse, von welchen jeder auf einer Seite des Wasserrades A placirt und Anwellbank demselben ist. Ein Kranz des Wasserrades trägt Triebstöcke E, E, und vertritt so das größere Kammrad des Vorgeleges. Von den Hebeln C D trägt jeder an der Radvorderseite bei D einen Kreis-Sector, in dessen ausgehöhlte krumme Fläche eine Kette i eingelegt und am unteren Theile bei F befestigt ist; jede dieser Ketten ist um eine gemeinsame Haspelwelle G geschlagen, welche an jedem ihrer Enden ein Sperrrad mit Sperrkegeln trägt. Indem nun die Kettenwelle um ihre Achse mittelst der Hebel gedreht wird, wickelt sich jede Kette auf diese auf oder ab, wodurch das Wasserrad entweder gehoben oder eingesenkt wird, ohne daß der Eingriff der Triebstöcke in den Zähnen des Rades B verändert wird.

Fig. 59 und 60. Ein anderes Pansterzeug ist das in Fig. 59 und 60 dargestellte, von dem verstorbenen Professor der praktischen Mechanik an der königl. bayerischen polytechnischen Schule München, Hrn. J. Liebherr vorgeschlagen, und im Kunst- und Gewerbeblatte, Jahrgang 1832 beschrieben. Die Construction ist zur Ausführung in Holz, mit nur wenig Schmiedeisen beantragt. A ist die Hauptwelle des Wasserrades, B die festliegende Welle, mittelst welcher die Bewegung fortgepflanzt wird; C das auf die Wasserradwelle aufgesteckte Kammrad, D eine auf der Welle B aufgesteckte Laterne (Stockgetriebe). Wie bei dem eben beschriebenen Pansterzeug ist auch hier Bedingung, daß das Kammrad C und das Getriebe D, während die Welle A mit dem Wasserrade verändert wird, nicht außer Eingriff kommen, welche Bedingung auf folgende Art erfüllt wird. Die beiden Anwellen E E des Wasserrades liegen jede in einer Nuth g, welche concentrisch mit der Welle B in eigene Führungen F eingezogen sind; jede der Anwellen umschließt ein Zaun e, der mit einer Gelenkkette i verbunden ist, welch letztere beide sich auf einer gemeinsamen Welle auf- oder abwickeln, je nachdem die Welle k gedreht wird, was durch einen Haspel N geschieht, an dessen Welle noch ein Laterngetriebe M befindlich ist, welches in ein auf der Welle K aufgestecktes Kammrad eingreift. Dieser Vorschlag für das Pansterzeug umfaßt zugleich auch den, die Schaufeln der unterschlächtigen Räder im Allgemeinen, so wie besonders die der Pansterräder, nicht radial zu stellen, und letztern noch besondere Kropf- oder Fangschaufeln zu geben; Verfasser hatte schon einige Jahre vor diesem Vorschlage unterschlächtige, besonders Kropfräder mit schiefen und Fangschaufeln zur Zufriedenheit der Unternehmer ausgeführt, ob übrigens Kropfschaufeln bei Pansterrädern, besonders Ziehpanstern, mit Nutzen anzuwenden sind, bezweifelt er sehr, indem bei gehöriger Breite der gewöhnlichen schiefen Schaufelung, wie wir sie bereits kennen gelernt haben,

und der meist nicht großen Geschwindigkeit des anstoßenden Wassers, ein Bl. 44.
Ueberstürzen desselben ohnehin nicht leicht stattfinden wird. Ueber Anordnung der Fangschaufeln werden wir bei den Kropfrädern handeln.

§. 219.

Kropfräder im Allgemeinen.

Fig. 61—69.

Die Kropfräder unterscheiden sich, wie schon erwähnt, von den bisher kennen gelernten unterschlächtigen Wasserrädern hauptsächlich in ihrem Gerinne, dessen Boden nicht mehr eben, sondern gekrümmt, abgekröpft ist, und daher Kropf, Kropfstück heißt, während das Rad ein Kropfrad genannt wird. Die Krümmung des Kropfes B C, Fig. 61—69, Blatt 44, wird auf verschiedene Weise ausgeführt, und es existiren hierüber sowohl unter den Theoretikern als den Praktikern noch verschiedene Meinungen. Eine der am häufigsten, besonders im südlichen Deutschland, gebrauchte und als gut angerühmte Anordnung ist die in Fig. 61 Fig. 61.
dargestellte, wobei der Kropf B C, von B an sehr flach, parabolisch oder sich einer Parabel annähernd, gekrümmt ist, die Schütze D, in ziemlicher Entfernung vom Rade A, senkrecht auf dem Wasserspiegel E E steht, und das Oberwasser nur wenig oder gar nicht aufgestaut oder gespannt ist. Im Gegensatz zu dieser Kropfform steht die in Fig. 62 und 63; hier ist Fig. 62 und 63.
der Kropf B C theilweise nach der Peripherie des Rades A, oberhalb bei B aber ganz kurz gekrümmt, so daß die Schütze D zwar senkrecht auf dem Wasserspiegel E, aber dem Rade möglichst nahe steht, außer diesem hat man hier Stauwasser. Man bezeichnet diese Kröpfung mit kurz angekröpft, im Gegensatze zu der in Fig. 61, welche lang angekröpft genannt wird. In der Einleitung über unterschlächtige Räder, haben wir bei den Kropfrädern einen Unterschied derselben in Hinsicht des Kropfes gemacht, und diesen einen vollständigen oder unvollständigen genannt, oder die Räder als solche mit Stauwasser arbeitend, oder mit Ueberfallschützen versehen, bezeichnet. Ueberfallschützen sind die, bei welchen, wie in Fig. 66, 67 und Fig. 68, 69, das Wasser über den oberen Rand der Schütze D auf das Rad fließt; während Unterfallschützen jene, bei welchen, wie in Fig. 61, Fig. 62, 63 und Fig. 64, 65, das Wasser am Kropfe B unter dem untern Rand der Schütze D auf das Rad strömt. Beide Räder Fig. 61 und Fig. 62, 63 sind solche mit unvollständigem Kropfe, nur mit dem Unterschiede, daß Fig. 61 wenig und Fig. 62, 63 viel Stauwasser hat. Eigentliche Charakteristik eines unvollständigen Kropfrades ist, daß nur ein Theil des vorhandenen

Bl. 44. Fig. 64 Gefälles für den Kropf, der übrige aber für Stauwasser benützt wird.
und 65. Betrachten wir Fig. 64 und 65, so finden wir diese Charakteristik; der Kropf **B C** ist hier concentrisch mit dem Wasserrade **A**, und nur bei seinem Anfange **B** etwas abgerundet, die Schütze steht schief gegen den Oberwasserspiegel geneigt, dem Rad möglichst nahe, eine Stellung welche die neuesten Erfahrungen als zweckmäßig bestätigen, außerdem ist fast das halbe Gefälle für Stauwasser benützt.

Fig. 66 und 67. Im Gegensatze zu diesem ist Fig. 66 und 67 ein Kropfrad mit vollständigem Kropfe, für welches das ganze Gefälle benützt ist; hiebei ist nur wenig, eigentlich gar kein Stauwasser vorhanden, und das Aufschlagwasser fällt, statt wie bisher unter der Schütze **D**, oder dieser auf das Rad, daher der Name Ueberfallschütze. Ein zweites Kropfrad mit vollständigem Kropfe
Fig. 68 und 69. und mit Ueberfallschütze ist noch das in Fig. 68 und 69 mit krummen Schaufeln nach englischer Construction.

Fig. 61 bis 69. Die Kropfräder, sowohl die mit vollständigem, als die mit unvollständigem Kropfe, können entweder Strauberräder, mit einem einzigen Kranze, wie Fig. 61, oder mit 2, 3 oder noch mehreren Kränzen, wie Fig. 64—67, oder Staberräder mit Seitenkränzen, wie Fig. 62, 63 und 68, 69 seyn. Die Schaufeln können ebene und radial gestellt seyn, und aus einem einzigen Stücke bestehen, wie Fig. 61 — 65 eine Construction, welche jetzt nicht mehr so sehr, früher aber fast ausschließlich vor jeder anderen genommen wurde; oder das Rad hat eigene Fangschaufeln **a b**, wie in Fig. 66 und 67, welche das Ueberstürzen des Wassers über die Schaufeln verhüten, was auch dadurch erreicht wird daß man, wie in Fig. 62 und 63, die innere Seite des Rades ganz schließt (das Rad mit einem Boden versieht). Eben so kann ein Kropfrad, wie in Fig. 68 und 69, krumme Schaufeln erhalten. In Bezug des Effectes ist es aber keineswegs gleichgültig, welche Anzahl, Form und Stellung der Schaufeln man wählt, was sich auch auf den Kropf bezieht. Wir wollen deßwegen im nächsten §. die von einigen tüchtigen Männern vom Fache gegebenen Regeln, so wie die von uns selbst gemachten Erfahrungen aufführen.

§. 220.

Bl. 45. **Bestimmung der Anzahl, Form und Stellung der Schaufeln für Kropfräder und Zeichnung der Kröpfe.**

Blatt 45. Fig. 70 — 77.

Die Anzahl der Schaufeln betreffend, läßt sich nichts sicheres, für jeden einzelnen Fall passendes aufführen; die neuesten Erfahrungen stimmen

darin überein, daß bei langsamem Gang enger, bei schnellerem weiter ge- Bl. 45.
schaufelt werden soll, und daß es überhaupt besser ist, lieber mehr als zu wenig Schaufeln anzunehmen. Eben so stimmen die Angaben darin überein, daß die Schaufeln nicht mehr, wie früher, radial gestellt werden, sondern eine bedeutende Neigung gegen den Radius erhalten sollen, welche 16°—30° betragen kann, wodurch dem Aufwerfen des Wassers an der Radhinterseite begegnet wird, welches bei viel Aufschlag- und Hinterwasser und einer großen Geschwindigkeit bedeutend ist, und wodurch der Effect eines Rades stark vermindert und Spritzeis in Masse erzeugt wird. In Hinsicht der Geschwindigkeit eines Rades, über welchen Theorie und Praxis noch nicht vollkommen einig sind, bemerken wir daß wir diejenige Geschwindigkeit des Rades für die geeignetste halten, welche gleich der halben des Aufschlagwassers ist. Mehrere Schriftsteller, und unter diesen Eitelwein, ein Name der in Deutschland einen guten Klang hat, kommen in Betreff der Schaufelanzahl für Kropfräder darin überein, daß, wenn der Diameter Fig. 70, des auf der halben Kranzbreite be- Fig. 70.
schriebenen Theilkreises F F, in Schuhen ausgedrückt, mit 3 multiplicirt wird, das Product die geeignete Schaufelzahl gibt, so daß ein Rad von 16′ Diameter 16 × 3 = 48 Schaufeln erhält. Die Kranzbreite G H wird bei nicht zu hohen Kröpfen zu 12″—14″ angenommen und der Theilkreis F F auf die Mitte zwischen G H durch F beschrieben. Für die Stellung der Schaufeln gibt Eitelwein folgende Vorschrift: A sey der Radmittelpunkt und a der Punkt, welcher sich auf derjenigen höchsten Stelle des Kropfes B G befindet, wo sich jene beiden Kreise a B und a G vereinigen, nach welchen der Kropf gestaltet ist. a sey einer der Theilpunkte I—VIII für die in dem Quadranten G, a, VIII enthaltenen Schaufeln, hier acht an der Zahl; man theilt den senkrechten Radius A G in dieselbe Anzahl Theile 1, 2—8, als der Quadrant G, a, VIII Schaufeln enthält, also hier in 8 Theile; verbindet man nun den Punkt IV mit dem gleichen Theilpunkt 4 im Halbmesser A G durch eine Gerade a c, so gibt diese die erste, Setz- oder Wasserschaufel genannt, deren Breite sich bis an den Theilkreis F F erstreckt; die zweite Schaufel c b, Fangschaufel genannt, geht von c bis nach b, und ihre Breite c b ist = a c. Die Schütze D steht senkrecht auf dem Wasserspiegel E E und der Kropf B a G erhält an seinem Ende G einen Abfall, Risch genannt.

Neumann empfiehlt in seinem Mühlenbau folgende Anordnung der Schaufeln: es sey Fig. 71 die Kropfhöhe C D, 6′ und Fig. 72, C′ D′, 3′, F F der Fig. 71 und 72.
auf der Kranzmitte beschriebene Theilkreis, p, p′ seyen Theilpunkte für die Schaufeln, der Radius A G der größern Kranzperipherie sey 8′. Man

Bl. 45. Fig. 71 und 72. theile einen dieser Theile p p′ in so viele gleiche Theile, als der Halbmesser A G der größern Kranzperipherie Fuße hat, hier in die acht Theile, 1—8. Man zähle, von p angefangen, so viele Theile nach abwärts als der Kropf Fuß hat, also bei Fig. 71 6 Theile, bei Fig. 72 3 Theile, man ziehe durch p′ von A Radien, und verbinde den Punkt a, wo die äußere Kranzperipherie getroffen wird, mit dem entsprechenden Theilpunkt, wodurch man a c als erste Schaufel bekömmt; die Fangschaufel c b schließt in Fig. 71 mit a c einen rechten Winkel ein, in Fig. 72 erhält c b die gleiche Breite wie a c. Da aber bei der hohen Kröpfung in Fig. 71 das Wasser über die Fangschaufel überstürzen würde, so versieht man das Rad noch, wie bei b′ e′ theilweise mit einem Boden. Neumann bemerkt hiebei daß der Winkel, welchen die Setz- und Fangschaufeln miteinander machen, bei niedrigen Kröpfungen ganz stumpf, bei höhern aber dem rechten immer näher kommen muß, bis er diesen erreicht. Beim rechten Winkel fängt der innere Boden b′ e′ an, welcher, so wie die Kröpfung höher wird, immer an Breite zunimmt, bis die Kropfhöhe C D, C′ D′ dem Halbmesser des Rades gleich ist, wo sich der Boden an die nächste Fangschaufel anschließt und das Rad nach innen ganz geschlossen wird.

Fig. 73 bis 76. Hiebei gibt Neumann auch noch folgende Vorschriften in Bezug der Construction der Kröpfe. Es seyen Fig. 73 — 76 die Kröpfe für ein Wasserrad von 16′ Diameter, und zwar in der Art zu bestimmen, daß Fig. 76 die Kropfhöhe 2′, in Fig. 75 4′ und in Fig. 74 6′ betrage. So führe man die Sohle B L des Gerinnes vom Fachbaume an horizontal und runde nur den Anfang B des Kropfes so ab, daß das Wasser nach der Tangente des Rades seinen Stoß ausüben könne. Die Rundung des größern Theiles a G des Kropfes wird immer concentrisch mit dem Rade. Die Rundung des kleinern Theiles a B wird nach einem Kreise ausgeführt, dessen Mittelpunkt M man erhält, indem man die dem Gerinnboden bezeichnete Gerade L B verlängert, bis sie den Kreis des größeren Theiles der Kropfrundung in n trifft; nun trägt man von n aus den dritten Theil der senkrechten Höhe des vor der Schütze stehenden gespannten Wassers nach B und a, fällt von B eine Senkrechte auf n L und zieht durch a einen Radius aus A, welche letztere beide sich in M schneiden, welches der Mittelpunkt des Kreisbogens a B für die Abrundung des Kropfes ist. Wenn der Kropf bis gegen die Mitte des Rades geht, wie in Fig. 73, wo aber das Rad in die Classe der mittelschlächtigen Räder gehört, so kann diese Constructionsweise nach Neumanns eigener Angabe immerhin noch beibehalten werden; man arbeitet dann nur die Kropfschwelle bei a etwas aus, damit das Wasser sich von dieser Schwelle losreißt und nicht am Boden des Kropfes herunterzieht.

Verfasser hat im Verlaufe seiner 30jährigen Praxis Gelegenheit gehabt, mehrere Kropfräder auszuführen, welche sich des Beifalls und der Zufriedenheit der Unternehmer zu erfreuen hatten, und glaubt, es dürfte wenigstens dem praktischen Publicum nicht unangenehm seyn, die Methoden, welche er im allgemeinen befolgt hat, kennen zu lernen. Indem wir uns auf Fig. 77 beziehen, bemerken wir, daß der größte Halbmesser A G solcher Räder 9′ nicht überstiegen hat, meistens darunter geblieben ist; die Kranzbreite G H betrug nie unter 15″, und wurde bei den stärkern Rädern für Hammer- und Walzwerke bis auf 21″ ausgedehnt; die Geschwindigkeit wurde gleich der halben des Treibwassers genommen, die Schützen D wurden stets geneigt gegen den Wasserspiegel, und in den meisten Fällen viel näher gegen das Rad hin angelegt, als in Fig. 77. Auch wurde immer die Construction der Strauberräder mit einem oder mehreren Mittelkränzen, nie die der Staberräder mit Seitenkränzen, wie dieses in den Rädern Fig. 70—76 der Fall ist, gewählt, dabei aber sowohl am Boden, als an den Seitenwänden der möglich kleinste Zwischenraum von nicht mehr als 2‴ gelassen. Bl. 45. Fig. 77.

Bei der Bestimmung der Schaufelanzahl wurde im Allgemeinen die Regel befolgt: man multiplicirt den Radius A G, in Schuhen ausgedrückt mit $4\frac{1}{2}-5$, und nimmt das erhaltene Product zur Schaufelanzahl; es versteht sich wohl von selbst, daß man keine halbe Schaufel, sondern wo ein Bruch vorkömmt, die nächste ganze Zahl, und zwar lieber die höhere als die niedere wählt. Da Verfasser bei hölzernen Radarmen überhaupt nur für den holländischen Verband ist, selben auch immer angewendet hat, und bei diesen Rädern die Schaufelstiele eine so schräge Stellung erhalten, daß man die Arme nicht mehr als solche benützen kann, so hat man bei der Bestimmung der Anzahl der Schaufeln auch gar nicht darauf zu sehen, daß diese Zahl durch die der Arme theilbar ist. Wenn C N die ganze zu benützende Gefällshöhe ist, so wird diese in drei gleiche Theile N a, a K und K C eingetheilt, und hievon die zwei Theile N a K für den Kropf B A G, der obere Theil C K für das gespannte Wasser genommen. Wir setzen voraus daß man bereits den Radius A G den Bedürfnissen, und mit Rücksicht darauf, daß das Rad sich mit der halben Geschwindigkeit des Wassers bewegt, bestimmt und aus A die größere Radperipherie G a, dann die kleinere H K, so wie die des Theilkreises F F auf der Mitte zwischen G a beschrieben habe. G H beträgt bei kleinern Rädern von 10′—12′ Diameter 14″, und wächst mit der Größe der Durchmesser bis auf 21″. Von G bis a hat der Kropf die Form der größeren Radperipherie (concentrischer Kreis aus A in dem möglich kleinsten Abstande von dem größten Schaufelkreis); von

Bl. 45. Fig. 77. a bis B ist die Form parabolisch, und man erhält dieses Parabelstück a B auf folgende Weise: in a wird eine Tangente a E an die größere Radperipherie gezogen, welche gehörig verlängert die wagrechte Linie C E des Wasserspiegels in E schneidet; von E ein Perpendikel gefällt, bis er die aus K gezogene Wagrechte in B trifft, gibt in B den Scheitel der Parabel; man theilt E B in eine beliebige Anzahl gleicher Theile I, II, III, und a K in dieselbe Anzahl Theile 1, 2, 3, zieht von diesen Gerade nach B, und von den auf B E befindlichen Theilen solche nach a; wo sich nun gleichbezeichnete Linien schneiden, dort sind Punkte der Parabel, welche mit dem Curvenlineal, und im großen mit einem Schwungstabe zusammengezogen werden.

Die Schaufelstellung betreffend, befolgen wir ganz die Vorschrift, welche wir bei Strauber- und Pansterrädern angegeben haben; wir halbiren die ganze Schaufelbreite G H in o, G O nochmal halbirt in p, und von p eine wagrechte Gerade bis zu q; endlich von q eine Senkrechte q r auf den Wasserspiegel, so gibt diese die Richtung der ersten oder Wasserschaufel, welche man sich an die Stelle a c s gerückt denkt, und aus c eine neue Senkrechte c b errichtet, gibt die Fangschaufel. Der Kropf erhält an seinem untern Ende G ein Risch oder einen Abfall von 4″ bis 6″, damit das Wasser schnell abziehen kann; die Schütze D wird am Scheitel B der Parabel und stark gegen den Wasserspiegel E geneigt, angelegt. Wir könnten noch eine Menge der verschiedensten Vorschriften und Methoden für die Bestimmung der Schaufelanzahl, Stellung derselben und Form der Kröpfe aufführen; allein wir halten es dem Zwecke dieses Werkes nicht angemessen und gehen auf ein ausgeführtes Kropfrad über.

§. 221.

S. Haindl's patentirtes Kropfrad, ausgeführt in der Gastinger'schen Oelfabrik in der Vorstadt Au bei München vom Verfasser 1838.

Bl. 46. Blatt 46. Fig. 93—98.

Da wir bei allen gleichen Theilen dieselbe Bezeichnung beibehalten haben, wie beim Strauberrade Blatt 39, so glauben wir uns, im Texte auf jenes Blatt hinweisend, kurz fassen zu können. Wir bemerken, daß dieses Rad ein hölzernes ist, bei welchem nur ein kleines Quantum Schmiedeisen zu Bruchen, Bändern und Schrauben, zur Befestigung der Arme, Kränze und der Schaufeln verwendet wurde. Das hiezu gebrauchte Holz ist mit Einschluß der Welle bis auf die Schaufeln, welche aus Föhrenholz sind, schön gewachsenes gut ausgetrocknetes Hasel-

eichen- (Wintereichen-) Holz. Bei der geringen Breite des Rades von 2′ 4″, welche vorgeschrieben war und nicht überschritten werden durfte, obwohl es die Umstände gestattet hätten, war nur ein Kranz nöthig, der aus 8 Felgen D, von gewachsenem Holze zusammengesetzt, von welchem Par und Par unter sich durch eingelassene Bänder x, Fig. 93 und 96, mit zwei Schrauben verbunden sind. Die Arme C mit holländischem Verband und und besonderen Stützarmen P sind immer Par und Par durch Verzapfungen und durch auf beiden Seiten eingelassene Bruchen y, durch drei Schrauben mit einander verbunden. Der Kranz D ist in die Arme mit gehörigen Versatzungen eingescheert, und jeder der letztern durch Schrauben festgehalten, Fig. 93 — 96. Die Setz- oder Wasserschaufeln a′ c′, Fig. 93 und 95, sind mit eisernen Schrauben b an die Schaufelstiele e und die Fangschaufeln c′ b′ mit eisernen Nägeln an den Kranz und die Schaufelstiele befestigt. Durch diese Nägel wird sogleich auch immer ein Leist d′ festgehalten, welcher den zwischen einer Fangschaufel c′ b′, dann dem Radkranze und jedem Schaufelstiele eingeschlossenen Raum ausfüllt, was nothwendig ist, damit die Fangschaufeln auf der Radhinterseite das Wasser nicht zurücknehmen. Die Welle A B ist an der Stelle, wo das Rad aufgekeilt ist, vierkantig bearbeitet und hat gußeiserne gut abgedrehte Ringzapfen, welche in messingenen Anwellen mit gußeisernen Gehäusen gehen. Die Langschwellen L L, auf deren äußere die Anwellbank N aufgezapft und durch starke Schrauben befestigt ist, sind auf festgeschlagene eichene Wandpfähle I aufgezapft, und tragen außer diesem ein das Rad umgebendes starkes Geländer, was nothwendig wurde, da sich das Rad nicht wie gewöhnlich in einer eigenen Radstube, sondern im Fabrikslocale selbst befindet.

Bl. 46.

Fig. 93 bis 96.

Das Kropfstück B′ C′ bildet ein für sich bestehendes Ganzes und besteht aus zwei Seitenwänden und dem theils kreisförmig, theils parabolisch geformten, aus einzelnen geästerten (gespundeten) Quertheilen bestehenden Boden aus eichenen 4zölligen Läden (Bohlen) und liegt auf der Hauptschwelle F, dann auf drei andern Mittelschwellen Q auf, und stemmt sich an seinem Ende an die nächste Schwelle H an, auf welcher es, so wie an die Hauptschwelle F und die Seitenwände an die Wandpfähle mit starken eisernen Nägeln festgehalten wird. Am Ende des Kropfstückes bei q erweitert sich das Gerinne, auch hat der Boden bei q ein Risch, damit das Hinterwasser schnell abfällt. Die Gerinn-Seitenwände und der Boden q r sind sowohl ober als unter dem Kropfstücke aus stumpfgestoßenen, übrigens gut gefügten 2zölligen föhrenen Bohlen (Riemlingen) mit eisernen Nägeln an die Wandpfähle I, die Griessäulen G und die Bodenschwellen H genagelt. In Bezug der Form des Kropfes bemerken wir, daß wir in

Bl. 46. Fig. 93 bis 98. diesem Falle nicht ganz bei der in Fig. 77, Blatt 45 gegebenen Regel geblieben, sondern insoferne von derselben abgewichen sind, daß wir die ganze Kropfhöhe K′ N′, Fig. 93, nicht wie dort in zwei, sondern in drei Theile getheilt, und auf den ersten Theil a′, von oben die Vereinigung des parabolischen Bogens a′ B′ mit dem des Kreises a′ C′ gelegt haben.

Die Schütze E, ganz stumpf auf dem Gerinnboden und den Seitenwänden stehend, wird gehalten durch einen eisernen Hebel d″, der mit einer quer über das Gerinne gehenden solchen Achse c′ verbunden ist, deren letztere Enden mit abgedrehten Zapfen versehen sind, an c″ in gußeisernen, an die Gerinn-Seitenwände angeschraubten Lagern sich bewegen.

Die Schütze E, aus eichenen 4zölligen Läden gebildet und mit einem flachen gußeisernen Gewicht von 1 Ctr. beschwert, hängt an einer eisernen Kette, welche sich auf einer Rolle auf- oder abwickelt, die an einer mit einer Kurbel versehenen Achse feststeckt, welche außer dieser ein Sperrrad mit Sperrkegel trägt, durch welche die Schütze in jeder Lage erhalten wird, Fig. 97 und 98, und so leicht durch einen Mann regulirt werden kann. Dieses Rad wurde mit der größten Genauigkeit unter der persönlichen Leitung des Verfassers mit geringen Kosten ausgeführt, pflanzt die nothwendige Kraft für ein Samenzerreibwerk mit gußeisernen Cylindern, dann ein Steinwerk mit zwei verticalen Steinen nach holländischer Bauart von bedeutender Größe, für zwei hydraulische Doppelpressen, dann für die vier Vorrichtungen zum Umrühren des Samenmehles und endlich noch für einen Aufzug fort, mittelst welch letzterem 1 Schäffel Oelsamen in einer Minute auf den Dachboden aufgezogen (auf die Höhe von 18 Fuß) wird, wobei nur ein Arbeiter nöthig ist. Das Rad macht 9—10 Umgänge per Minute, bei einer Schützenöffnung von 5″—7″ und einem Stauwasser von 2′—2½′ Höhe.

Solche Räder wurden vom Verfasser mehrere in verschiedenen Dimensionen und nach legalisirten Zeugnissen zur Zufriedenheit der Unternehmer ausgeführt. Dafür sind aber auch mehrere, von Leuten ausgeführt, welche die nöthigen Erfahrungen hierin nicht besitzen, theilweise und gänzlich mißlungen.

§. 222.

Kropfrad mit vollständigem Kropfe und mit Ueberfallschütze, bei einer verbesserten, französischen Mühle ausgeführt.

Blatt 47 Fig. 99 und Blatt 48 Fig. 100 — 114. Bl 47. und 48.

Die Kropfräder mit vollständigem Kropfe und Ueberfallschützen sind unter den unterschlächtigen Rädern jedenfalls zu den bessern zu zählen, indem sie bei genauer Ausführung, abgesehen von der Zapfenreibung, einen Nutzeffect von 0,70 bis 0,75 der absoluten Arbeit des Wassers geben. Sie können mit sehr verschiedenen Geschwindigkeiten gehen, ohne daß sich ihr Nutzeffect zu weit von seinem Maximum entfernt, besonders wenn sie nicht im Hinterwasser gehen, was man überall möglichst zu vermeiden suchen muß. Von den unvollständigen Kropfrädern unterscheiden sich die mit vollständigem Kropfe darin, daß bei diesen der Kropf concentrisch mit dem Rade ohne Abrundung an seinem Anfange bis zur Schütze fortgeht, letztere als Ueberfallschütze ganz nahe zum Rade hin angelegt, und oft auch noch theilweise oder ganz nach der Radperipherie gekrümmt ist. Die Kröpfe sind meistens, selbst bei hölzernen oder gemischten Rädern, ganz im Naturstein oder von Gußeisen, sowie auch die Schützen aus letzterm Material ausgeführt. Die Construction ist die der Strauberräder mit einem, zwei oder mehreren Kränzen; die Schaufelung wird auf verschiedene Weise angeordnet und ausgeführt, man stellt, wie in Fig. 8 Blatt 44 und Fig. 99 Blatt 47, die Schaufeln radial und versieht sie mit Fangschaufeln; oder man gibt dem Rad einen Boden, und stellt die Schaufeln stark geneigt gegen die Radien wie Fig. 116 Blatt 47, oder man gebraucht krumme Sackschaufeln, wie Fig 9. Blatt 44 oder auch wie Fig. 77 Blatt 45. Deßgleichen werden auch Sackschaufeln wie Fig. 71, 73 und 74 Blatt 45 angeordnet, wobei jedoch, so wie auch bei runden Sackschaufeln, die Construction der Staberräder gewöhnlich mit zwei Kränzen genommen wird. Wir wollen nun ein ausgeführtes Kropfrad mit vollständigem Kropfe und mit Ueberfallschütze betrachten.

Blatt 47 Fig. 99 ist eine erste verticale Projection, wobei man sich das Rad von einer verticalen Ebene 1, 2 Blatt 48 Fig. 100 durchschnitten, und die Wassermauer B weggedacht hat, um die ersten Zahnräder Y und Z, mittelst welcher die Bewegung fortgepflanzt wird, sowie die Vorrichtung zum Reguliren der Schütze sehen zu können. Fig. 100 Blatt 48 ist ein Horizontal-Durchschnitt, nach der Linie 3, 4 und 5, 6 Fig. 99 Blatt 47. Die übrigen Figuren sind Details, welche noch im Verlaufe besprochen werden. Das Rad Fig. 99 und Fig. 100 ist zum größern Bl. 47. und 48. Fig. 99 und 100.

Bl. 47 und 48. Fig. 99 und 100. Theile von Holz, mit wenig Schmied- und Gußeisen und nach Art der Strauber- oder Pansterräder mit drei Kränzen S versehen, von welchen jeder von acht hölzernen sich in einer gußeisernen Rosette G vereinigenden Armen R getragen wird. Jeder der Kränze S ist aus acht Felgen V von gewachsenem Eichenholz zusammengesetzt, welche unter sich durch Verzapfung, Einscheerung, und durch eingelassene schmiedeiserne Bänder r verbunden, und dabei die Felgenstöße so vertheilt sind, daß immer ein Stoß auf die Mitte zwischen zwei Arme trifft. Die Arme R sind von gewachsenem Eichenholz, und von den Kränzen S angefangen, in welche sie eingezapft und durch schmiedeiserne Bruchen p festgehalten sind, gegen die Nabe G hin ganz zweckmäßig breiter gehalten, mit welch letzterm dann jeder Arm R durch zwei Schrauben verbunden ist. Die Schaufelung ist ähnlich dem Haindl's patentirten Kropfrade Blatt 46, und besteht aus drei dünnen Brettern von Eichen- oder Ulmenholz; das eine dieser Bretter ist die eigentliche Wasser- oder Setzschaufel U, auf jeden Schaufelstiel T durch zwei Schrauben fixirt. Diese Schaufeln U stehen zwar noch radial, jedoch sind sie schon mit Fangschaufeln X versehen, deren Neigung zu erstern ungefähr 45^0 beträgt. Auch ist das Rad noch durch schmale, auf die Kränze mit eisernen Nägeln befestigte Bodenstücke theilweise verschalt, und es lehnen sich die Fangschaufeln X auf diese Bodenstücke V und auf die Setzschaufeln U und sind auf an die Kränze und die Schaufelstiele genagelte Leiste s gleichfalls mit eisernen Nägeln befestigt. Die Schaufelstiele T, mit abgesetzten flachen Zapfen versehen, sind in die Kränze S eingelocht und werden durch flache viereckige Keile in diesen festgehalten.

Fig. 106 und 114. Um die Verbindung der bisher berührten Theile besser zeigen zu können, haben wir sie auf Blatt 48 von Fig. 106—114 im vergrößerten Maßstabe dargestellt, und es ist Fig. 106 die verticale Projection eines Stückes der gußeisernen Rosette G mit einem Theile eines Armes R, der in die durch zwei angegossene Leisten z gebildete Oeffnung genau eingepaßt und durch eine vorstehende Rippe o und zwei Schrauben festgehalten wird. Fig. 107 ist ein Durchschnitt mit einer verticalen durch die Mitte der Schrauben gelegten Ebene. Jede der drei Rosetten G ist auf die achteckige Welle mit Holzkeilen befestigt, und um deren Zurückgehen zu verhindern, sind zu beiden Seiten der Rosette G Leisten z auf die Welle mit eisernen Nägeln aufgenagelt.

Fig. 108 verticale Projection eines Arm- und Kranzstückes R und S, welche beide durch Einzapfen mit einer leichten Versatzung der Arme in die Kränze, und durch eine eingelassene Bruche p mit Keil und Gegenkeil

q verbunden sind. Fig. 109 ist ein verticaler Durchschnitt durch die Mitte des Keiles q und die Bruche p. Bl. 47. und 48.

Fig. 110—114 repräsentiren die Verbindung der Kranzfelgen unter sich, so wie die Verbindung der Schaufeln mit den Radkränzen. Fig. 110 ist die verticale Projection eines Kranzstückes S mit einem Schaufelstiele T und der Wasserschaufel U, der Fang- oder Gegenschaufel X und dem Bodenstücke V; Fig. 111 ist ein Verticalschnitt nach 15, 16 von Fig. 110. Fig. 112 ist ein solcher nach 17, 18, Fig. 113 ist ein Durchschnitt nach 19, 20 und Fig. 114 ein gleicher nach 21, 22. Die Verbindung der Felgen ist zunächst durch Einscheerung, dann aber durch zwei bündig eingelassene, krumme, schmiedeiserne Schienen r, r hergestellt, welch letztere an einer Felge durch zwei Schrauben, an den andern aber durch Keil und Gegenkeil befestigt sind.

Die Welle P, zum größten Theil achteckig und nur an der Stelle, Fig. 99 und 100. wo das große gußeiserne Stirnrad Y aufgesteckt ist, viereckig bearbeitet, ist von Eichenholz und zwar aus einem einzigen Stücke mit conischen Hälsen und Zapfen von besonderer Construction, jeder durch drei schmiedeiserne, warm angelegte Ringe m befestigt. Das Rad ist gelagert mit seinen äußern oder nassen Zapfen auf einer aus Werkstücken aufgeführten, die eine Gerinnseitenwand bildenden Stütz- oder Widerlagsmauer A, mit seinen innern Zapfen aber auf einem gleichfalls aus Werkstücken in einiger Entfernung von der Wassermauer B aufgeführten Fundamente D, auf welchem, so wie auf der Widerlagsmauer A, statt hölzerner Anwellbänke größere Werkstücke D von Naturstein, durch Schrauben mit dem übrigen Mauerwerke verbunden, liegen. In diese steinernen Anwellbänke sind gußeiserne Sättel E eingelassen und durch Schrauben mit jenen verbunden. In diesen Sätteln E sind die Zapfenlagergehäuse F mit Keilen befestigt (offene Zapfenlager mit Schwell- und Sohlplatte). Innerhalb des Gebäudes, zunächst der Wassermauer, ist ein großes cylindrisches Rad Y aus Gußeisen, auch auf besondere Art, auf die Welle P aufgesteckt, in welches zwei Zahngetriebe Z eingreifen, durch welche die Bewegung fortgepflanzt wird. Diese Getriebe Z sind mit besondern Auslösungen versehen, von welchen die eine an dem Getriebe rechter Hand sichtbar ist. Diese Auslösung besteht darin: an der Getriebwelle ist eine mit einer kleinen Kurbel versehene Schraube fixirt, durch welche eine Muff an das auf die Welle rund und lose aufgesteckte Getriebe angedrückt oder zurückgezogen werden kann, je nachdem es die Nothwendigkeit erheischt, daß entweder die Bewegung des Rades auf die Welle übergetragen werden oder diese stille stehen soll, welch letzteres geschieht, wenn die Muff zurückgezogen ist und das Getriebe sich frei um seine Welle dreht.

Bl. 47 und 48. Fig. 103 und 105. Blatt 48 Fig. 104 und 105 haben wir die Verbindung der Zapfen und des großen Stirnrades mit der Welle besonders dargestellt. Die Zapfen sind vierflügelige Blattzapfen Q von Gußeisen, in welche jedoch der eigentliche Zapfen L aus Schmiedeisen, gut abgedreht, und hinterhalb in einen conischen Stiel endigend, eigens eingesetzt ist und durch einen Keil festgehalten wird. Die Welle ist an der Stelle, wo ein Zapfen hinkommen soll, mit einem conischen Halse zur Aufnahme der den Zapfen mit der Welle verbindenden, warm angelegten 3 schmiedeisernen Ringe m versehen. Diese Zapfen sind auf eigene Weise in die Welle eingepaßt; es sind nämlich in geringer Entfernung von den Flügeln Q noch besondere Ausschnitte in die Welle gemacht, in welche Keile n aus trockenem hartem Holze eingetrieben worden; deßgleichen sind unter den Ringen an jedem der vier Flügel Q noch besondere Keile eingetrieben; im übrigen aber sind wie sonst in das zwischen den vier Flügeln befindliche Holz über Hirn hölzerne und eiserne Theile, um selbes möglichst dicht zu machen, eingetrieben. Das große Stirnrad Y ist, wie aus Fig. 100, 104 und 105 Blatt 48 schon ersichtlich, in zwei ganz gleichen Hälften gegossen und mittelst 10 Schrauben verbunden, von welchen sechs auf zwei Arme treffen, vier aber durch die Nabe unmittelbar durchgehen. Fig. 104 ist eine erste verticale Projection, Fig. 105 in Bezug der Räder aber ein Durchschnitt nach 11, 12 von Fig. 104. Das Rad ist auf eine bisher noch nicht aufgeführte Weise auf die Welle aufgezogen und auf dieser durch 16 Schrauben befestigt, deren Par und Par immer eine, in eingegossene Nuthen der Nabe eingelegte schmiedeiserne Schiene als Mutter haben. Die Schrauben sind mit auf der obern Außenseite der viereckigen Nabe aufliegenden Gegenmuttern versehen, und damit sich die Schrauben nicht in die hölzerne Welle eindrücken, ist für jedes Par Schrauben eine schmiedeiserne Schiene t in die Welle eingelassen.

Fig. 99 und 100. Das **Gerinne** ist sehr solid aus Hausteinen, und der **Kropf** C Fig. 99 Blatt 47 und Fig. 100 Blatt 48 aus besondern Werkstücken hergestellt; er endiget an seiner obern Seite in ein durch das ganze Gerinne durchgehendes und in dessen Seitenwänden eingelassenes Stück H aus Eichenholz, welches ein durch die ganze Radbreite durchgehendes, aus zwei Theilen aus Eisen gegossenes Stück I trägt, gegen das sich die Schütze N lehnt, und welches den Anfang des Kropfes bildet. Die Schütze N aus Eichenholz ist, der großen Radbreite wegen, aus zwei Theilen hergestellt, welche jedoch beide auf einmal mittelst vier Zahnstangen O, in welche vier Getriebe b eingreifen, bewegt werden; diese vier Getriebe sind auf zwei gekuppelten Wellen c fest aufgesteckt, welche, durch die Wassermauer B in das Innere des Gebäudes gehend, dort ein in eine doppelgängige Schraube h eingreifendes

Rad g trägt (Gewinde ohne Ende). Die Welle i des Getriebes geht in die obere Etage der Mühle und ist dort mit einer Kurbel, durch welche die Schütze bewegt wird, versehen. An einer der Zahnstangen O ist am andern obern Ende eine senkrecht in die Höhe gehende Eisenstange j eingehängt, über deren Zweck wir in der französischen Beschreibung nichts gefunden haben; unsers Dafürhaltens wird durch dieselbe im Innern des Gebäudes zunächst da, wo die Schütze durch die an der Welle i befindliche Kurbel bewegt wird, angezeigt, wie viel die Schütze gehoben oder gesenkt worden ist. Die aus zwei Theilen bestehende Schütze N bewegt sich in Falzen von schiefstehenden Griessäulen M einerseits, dann in solch einem in der Mitte zwischen diesen stehenden und an dem die Griessäulen verbindenden Holme L angeschraubten, an ihrem untern Ende in das Mauerwerk eingelassenen gußeisernen Ständer J anderseits. Blatt 47 und 48.

Blatt 48 Fig. 101—103 ist die Schütze einzeln, und zwar in Fig. 101 als erste verticale Projection, Fig. 102 als wagrechter Durchschnitt nach 7, 8 und Fig. 103 in einem verticalen Durchschnitte nach 9, 10 dargestellt, wobei jedoch, des großen Maßstabes halber, die Schütze nicht in ihrer ganzen Länge und Breite, sondern nur theilweise gezeichnet werden konnte. Fig. 101 ist die Schütze von der Radoberseite in der Richtung des Wasserlaufes angesehen, und man bemerkt hier, so wie in Fig. 102 und 103, den mittlern gußeisernen Ständer J, welcher, um ihm gehörige Widerstandsfähigkeit zu geben, in eine nach oben gehende ausgebauchte Rippe endiget und mit zwei Falzen versehen ist, in welchen, so wie in denen der Griessäulen M, die Schützen N gehen, wovon hier nur eine, wie schon bemerkt, gezeichnet ist. An jedem Ende der ebenen Oberseite einer Schütze N sind knieförmig gebogene, schmiedeiserne Bänder a aufgeschraubt, in welche die Zahnstangen O mit ihren Enden scharnierartig eingefügt und durch Bolzen mit diesen verbunden sind. Auf dem die beiden Griessäulen oder Ständer M verbindenden Holme L ist die Welle e in gußeisernen Support d gelagert, von welch letztern ein jeder eine Frictionsrolle c trägt, welche, mit überstehenden Rändern versehen, die Zahnstangen in der ihnen vorgeschriebenen Lage erhalten. An der schmiedeisernen Welle e, welche aus zwei Stücken besteht, die durch eine Zahnscheibenkuppelung, deren Muffen f von Gußeisen sind, verbunden werden, sind die in die Zahnstangen eingreifenden Getriebe b fest aufgesteckt. Fig. 101 bis 103.

Das Gerinne oberhalb der Schütze ist aus solidem Mauerwerk hergestellt und auf eine eigene Weise angelegt. Zunächst der Schütze N Fig. 99 Blatt 47 ist eine Vertiefung C′ angelegt, in welcher sich vom Wasser mitgeführte schwere Theile noch absetzen können, welche Vertiefung

Blatt 47 und 48. C' dann von Zeit zu Zeit ausgeräumt wird. Oberhalb dieser Vertiefung C' ist auch eine zweite Vertiefung D' ausgemauert, welche mit einer Freischütze A' Fig. 100 Blatt 48 correspondirt, durch deren Aufziehen dann die in der Vertiefung D' am Boden bereits abgesetzten Steine und der Schlamm ꝛc. abgelassen und ausgeräumt werden können. Ober der Vertiefung D' befindet sich der Abrechen B', welcher aus schrägstehenden schmiedeisernen flachen Stäben, Sprossen besteht, von welchen jeder an seinem oberen Ende mit einer Handfasse versehen ist, um ihn beliebig herausziehen zu können. Der Abrechen B' geht in schräger Richtung über den ganzen Zuleitungscanal, seine Sprossen sind oberhalb in eine durchlaufende eichene Schwelle durchgelocht und stehen mit ihren untern Enden in einer ebenfalls ganz durchlaufenden solchen Schwelle. Nebst der Freischütze A' ist oberhalb noch eine zweite solche zum Ablassen des Eises so wie des Wassers, wenn durch starkes Regnen, schnell eintretendes Thauwetter der Zufluß so stark erfolgt, daß ein Abreißen des Wasserbaues zu besorgen wäre.

§. 223.

Krummgeschaufeltes Rad nach Poncelet'schem Systeme, construirt von Ferry, ausgeführt zu Romilly.

Bl. 49. Blatt 49. Fig. 125—128.

Da wir bereits auf Blatt 41 und 42 ein Poncelet'sches Rad gegeben und detaillirt beschrieben haben, so glauben wir, dort hinweisend, uns hier kurz fassen zu können, indem wir über dieses Rad nur nachfolgendes anführen.

Fig. 125 bis 127. Fig. 125 ist eine erste verticale Projection, wobei man sich das Rad mit einer Vertical-Ebene theilweise durchschnitten gedacht hat.

Fig. 126 horizontale Projection; bei dieser ist das Rad theilweise mit einer wagrechten Ebene durchschnitten gedacht und die Hälfte der Schaufeln weggelassen; aus letzterer ist ersichtlich daß 5 Kränze und eben so viele Reihen 8facher Arme vorhanden sind (es ist ein 4faches Rad), von denen jede von gußeisernen Rosetten (Holländer-Scheiben) getragen wird. Die Kränze sind wie die der Staberräder aus Holz, die Schaufeln (in den vier Radabtheilungen versetzt), die Arme und die Welle gleichfalls aus Holz.

Fig. 127 ein Stück eines Radkranzes in doppelter Maßstab-Größe, Bl. 49. Fig. 127 und 128. woraus ersichtlich, daß jede Schaufel aus mehreren Stücken zusammengesetzt ist.

Fig. 128 Scheibenzapfen aus Gußeisen, mit der äußern Rosette durch Schrauben verbunden.

§. 224.

Rad mit unvollständigem Kropfe und verticaler Unterfallschütze, construirt von Martin, ausgeführt in der Hütte zu St. Maur bei Paris.

Fig. 129—135. Fig. 129 bis 135.

Fig. 129 Verticalschnitt, Fig. 130 Horizontalschnitt, nur zur Hälfte gezeichnet. Fig. 131—135 Detaile.

Dieses Rad hat ein Gesammtgefälle von 4 Meter, eine Kraft von 40—50 Pferden und treibt zwei Reihen Walzen mit den nöthigen Nebenapparaten; es hat drei Reihen Kränze (ist ein Doppelrad) und eben so viele Arme, bei letzteren jede Reihe zu 10 Stück, getragen von gußeisernen Rosetten mit Schrauben verbunden. Die Kränze sind aus Gußeisen, jeder aus 10 Sectoren bestehend, welche unter sich durch Schrauben verbunden sind; dieselben haben angegossene Leisten, an welche die aus Eisenblech bestehenden gebrochenen Schaufeln durch Schrauben oder Nieten befestigt sind. Der mittlere Kranz trägt einen angeschraubten Zahnkranz (Stirnrad mit äußeren Zähnen), während sich sonst allenthalben dieser Zahnkranz an einem der äußeren Radkränze befindet.

Die Arme sind aus Gußeisen gerippt, und ebenso die hohle Welle, deren Zapfen besonders eingesetzt und durch Keile befestigt sind.

Fig. 131 ist die Welle theilweise einzeln in zwei Projectionen dargestellt.

Fig. 132 eine Kranzfelge von außen, von innen und in einer Stirnansicht.

Fig. 133 Theil einer Mittel-Kranzfelge von der innern Seite und in zwei Durchschnitten mit einem Theil eines Zahn-Sectors.

Fig. 134 Ende eines Armes des Mittelkranzes, welcher den Zahnkranz trägt. Wie aus Fig. 129 ersichtlich, ist der Unterbau des Kropfes von Beton (Wassermörtel), auf welchen Ziegelmauerung und auf dieser der Kropf von Natursteinen folgt.

Fig. 135 Querschnitt eines Mittelkranz-Armes nach a, b in Fig. 134.

Bl. 49.

§. 225.

Rad mit vollständigem Kropfe und senkrechter Unterfallschütze, construirt von Flachat und Petiet.

Fig. 136 — 148.

Fig. 136 bis 148. Fig. 136 Verticalschnitt.

Fig. 137 Ansicht von oben.

Fig. 138—148 Detaile.

Dieses Rad treibt ein Gebläse; dasselbe ist ein Strauberrad mit drei Reihen Kränzen und ebenso vielen hölzernen Armen, jede Reihe mit acht Armen in gußeisernen Rosetten; die Welle ist von Holz, deßgleichen sind die Schaufelstiele und die Schaufeln, im Ganzen mit Fangschaufeln von Holz. Die Kränze sind aus Gußeisen, durch Schrauben mit den Armen verbunden. Die Schaufelstiele werden durch hölzerne Keile mit den Kränzen befestigt; die Schaufeln mit den Stielen durch Schrauben; dieselben sind noch durch besondere Schrauben Fig. 136 (eine Art Gefieder bildend) unter einander verbunden. Fig. 138—142 sind Detaile des Radkranzes, woraus die Verbindung der Schaufelstiele, dann der Arme hervorgeht; Fig. 143 und 144 der Ringzapfen. Fig. 145—148 Detaile der gußeisernen Schütze, wovon Fig. 145 ein Horizontalschnitt, Fig. 146 eine Längenansicht (zur Hälfte gezeichnet), Fig. 147 ein Grundriß und Fig. 148 ein Verticalschnitt nach 1,1.

Wie aus Fig. 136 und 137 ersichtlich, ist der Oberbau bei der gußeisernen Schütze aus Natursteinen gemauert, der Kropf aber von Holz.

Oberschlächtige Wässerräder.

Blatt 45, 50—54.

§. 226.

Allgemeine Erklärung.

Die oberschlächtigen Wasserräder bilden gleichsam einen Gegensatz zu den rein unterschlächtigen in Rücksicht der Benützung des Treibwassers, indem bei diesen wie bekannt das Wasser durch Stoß auf das Rad nach unten, während es bei den oberschlächtigen von oben einfallend wirkt, und die von den Schaufeln gebildeten Zwischenräume, Zellen genannt, theilweise anfüllend und wieder entleerend, das Rad so auf einer Seite stets schwerer erhält und auf diese Weise in rotirende Bewegung versetzt, wobei also das Wasser durch sein Gewicht wirksam gemacht wird.

Die oberschlächtigen Räder haben durchgehends die Bauart der Staberräder mit zwei Seitenkränzen und sind öfters noch mit einem Mittelkranze, auch mit mehreren Mittel- oder Zwischenkränzen versehen.

Bei den oberschlächtigen Rädern unterscheiden wir dieselben wesentlichen Theile wie bei den rein unterschlächtigen und Kropfrädern, wir wollen daher bei denselben und ähnlichen Theilen die gleiche Bezeichnung beibehalten und nur bei neuen Theilen andere Buchstaben setzen.

§. 227.

Gattungen oberschlächtiger Wasserräder.

Blatt 45 Fig. 78—82. Bl. 45.

Die einfachste Gattung der oberschlächtigen Räder ist die, welche man Walzen, hier Fluderräder nennt, Fig. 78 Blatt 45; diese Fig. 78.
sind in den kleinsten Dimensionen, oft kaum 2′ Diameter in der größern Kranzperipherie haltend, auf die einfachste Weise construirt und werden jetzt noch, wo man viel Aufschlagwasser und ein starkes Gefälle hat und besonders eine große Geschwindigkeit braucht, wie bei Brettsägen, Mahlmühlen mit kleinen Steinen ꝛc., häufig angewendet. Ihre Construction ist die einfachste, aber auch die schlechteste in Bezug des Nutzeffectes der Räder. Zwei Seitenkränze D, und eine geringe Anzahl Schaufeln f, welche in die Kränze und in die Welle A eingesetzt sind, bilden das ganze Rad. Das Aufschlagwasser wird dem Rade durch ein mehrere Fuß hoch ober demselben befindliches hölzernes Gerinne L B C zugeführt und stürzt von demselben mit großer Geschwindigkeit auf das Rad. Der Wasserzufluß wird entweder durch eine in der Rinne L B befindliche Bodenklappe oder eine senkrechte Schütze regulirt, wo es durch erstere entweder theilweise oder ganz durchfällt, oder über die geschlossene Falle hinwegläuft, oder es wird durch theilweises Aufziehen letzterer, über die Seitenwände des Gerinnes L B oder durch gänzliches Schließen ganz über diese überfallen, und nur wenig oder gar kein Wasser auf das Rad gelangen, wo es also ganz stille stehen muß.

Eine, besonders in unserm bayerischen Hochlande sehr gebräuchliche Regulirung des Aufschlagwassers besteht darin, daß während die Rinne L B fest bleibt, die Rinne B C bei C seitwärts, entweder nur zum Theil über das Rad, oder gänzlich über dieses hinausgerückt werden kann, wo im letztern Falle das Aufschlagwasser neben dem Rade vorbeistürzt und dieses stille steht. Bei dieser einfachen Vorrichtung sind beide Rinnen L B

Bl. 45. und B C, da wo sie bei B zusammentreffen, bloß durch einen angenagelten Streifen Sohlenleder verbunden, wobei wohl immer einiges Wasser durchläuft, jedoch der Rinne B C ihre Bewegung gestattet wird. Besser
Fig. 79. als die Walzenräder und für größern Durchmesser geeignet, sind die Fig. 79 ganz nach Art der Staberräder mit Seitenkränzen D und radial stehenden Schaufeln f, und von diesen nur darin verschieden, daß sie oberschlächtig gebraucht an ihrer innern Kranzperipherie ganz geschlossen mit einem Boden e versehen sind. Das Wasser fällt durch eine stark geneigte Rinne C B in der Nähe des Scheitels auf das Rad, wo es aber die Zellen nur unvollkommen füllt, und wenig durch sein Gewicht, sondern mehr durch den Stoß wie bei den Walzenrädern wirkt, auch stark verspritzt wird, und schnell aus den Zellen entweicht.

Diese Unvollkommenheiten mögen zunächst bald darauf geführt haben,
Fig. 80. die Schaufeln nicht mehr radial, sondern wie in Fig. 80 in starker Neigung gegen ihre Halbmesser anzuordnen — eine Construction, welche allerdings besser als die zwei bisher kennen gelernten, aber immer noch sehr mangelhaft ist; indem, nimmt man den Neigungswinkel zu den Radien klein, nur wenig gewonnen wird, da der Zweck, das Wasser lange in den Zellen zu halten, hiebei nur unvollkommen erreicht wird. Wollte man aber diesen Winkel bedeutend größer nehmen, so würden die Schaufeln bei einer gegebenen Kranzbreite viel Raum für sich nöthig haben und die Zellen sehr verengen.

Dieses möchte bald darauf geführt haben, statt einer Schaufel a b,
Fig. 81 und 82. deren zwei a c b wie in Fig. 81 u. 82 zu nehmen, von denen man die eine äußere a c die Setz-, Wasser- oder Stoßschaufel, die andere innere c b aber Riegel- oder Kropfschaufel nennt.

§. 228.

Ueber Größe, Kranzbreite Anzahl und Stellung der Schaufeln oberschlächtiger Wasserräder.

Fig. 83 — 89.

Die Form und Stellung der Schaufeln, deren Anzahl und Breite der Kränze ist in Rücksicht der Leistung eines Rades so wenig gleichgültig als bei den rein unterschlächtigen und Kropfrädern; allein ebenso schwierig ist es auch, Regeln zu geben, welche für jeden vorkommenden Fall anwendbar, also allgemein sind. Es fehlt nicht an gründlichen Theorien hierüber, welche von deutschen und vorzüglich französischen Schriftstellern, unter welchen Poncelet einen der ersten Plätze einnimmt, aufgestellt

wurden; da es jedoch nicht im Plane dieses Werkes liegt, Theorien aufzu- Bl. 45.
führen, so wollen wir, wie bis daher, nur solche Regeln geben, welche von uns und andern ausubenden Praktikern aufgestellt und befolgt wurden und noch werden. Bevor wir aber diese Regeln anführen, wollen wir zuerst die Anforderungen bezeichnen, welche besonders in Rücksicht der Schaufelzahl und deren Stellung an oberschlächtige Räder gestellt werden müssen.

Diese **Bedingungen** sind: die Zellen sollen so beschaffen seyn, daß das Aufschlagwasser von oben einfallend, ohne einen nachtheiligen Gegenstoß hervorzubringen oder verspritzt zu werden, in möglich größter Quantität leicht aufgenommen, möglichst lang behalten und vollkommen wieder ausgeleert wird.

Die **Größe** eines oberschlächtigen Wasserrades ist theils durch das vorhandene Gefälle bedungen, theils hängt dieselbe von der Geschwindigkeit ab, welche für den Effect des Rades entweder die vortheilhafteste ist, oder für die zu betreibenden Werke als nothwendig bedungen wird. Theorie und Praxis stimmen so ziemlich darin überein, daß bei einem Gefälle unter 6′ unterschlächtige Räder vortheilhafter zu benützen seyen, wobei es nach Gerstner gleichgültig ist, bei einem Gefälle von $5\frac{1}{2}'$ ein ober- oder unterschlächtiges Rad zu nehmen; es versteht sich wohl von selbst, daß, würde man sich in der Wahl für das letztere entscheiden, es bei diesem Gefälle ein Kropf- oder ein mittelschlächtiges Rad seyn müßte; indem rein unterschlächtige Räder nur bei geringen Gefällen unter 4′, und da wo mehrere Räder ein gemeinsames Gerinne haben, anzulegen sind. Nach Eitelwein sollte man sich oberschlächtiger Räder bedienen, wenn das Gefälle 7′—8′ hat. Wenn man die verschiedenen Gefälle und die hiefür angewandten Rädergattungen vergleicht, so ergibt sich, daß bei einem Gefälle von und über 6′ immer schon die oberschlächtigen Räder die Mehrzahl bilden. Hinsichtlich der Geschwindigkeit, welche für den Effect eines oberschlächtigen Rades die vortheilhafteste ist, halten wir es mit Eitelwein, welcher dieselbe gleich der des einstürzenden Aufschlagwassers bezeichnet, und hiebei bemerkt, daß sie nicht größer seyn soll als diese, aber auch nicht unter $\frac{1}{2}$ betragen dürfe. Häufig trifft es sich jedoch, daß, wie bei Sägmühlen, Hammerwerken ꝛc., eine größere Geschwindigkeit nothwendig ist, welche öfters vermindert und vermehrt werden muß, was aber immer nur auf Rechnung eines größern Wasserverbrauches und des verhältnißmäßig geringern Nutzeffectes geschehen kann.

Die **Kranzbreite** beträgt bei kleinen Rädern 9″—10″, bei großern über 12″ und bei den größten viel Wasser fassenden Rädern 14″ — 15″;

Bl. 45. eine Breite, welche selten, übrigens bei einigen neueren, in England ausgeführten doch überschritten wurde, indem man dort die Kranzbreite bis auf 18″ ausdehnte.

Hinsichtlich der Bestimmung der Schaufelanzahl befolgt man verschiedene Vorschriften. Einige multipliciren den Halbmesser der größten Kranzperipherie, in Schuhen ausgedrückt, mit 6, und nehmen das erhaltene Product als Schaufelzahl, so daß ein Rad von 8′ Radius $8 \times 6 = 48$ Schaufeln bekäme. Andere nehmen die Breite des Radkranzes als Entfernung zweier Setzschaufeln, an der größern Kranzperipherie gemessen u. s. f. Nach unsern Erfahrungen dürfte die erste Vorschrift, wo also der Radius in Fußen ausgedrückt mit sechs multiplicirt wird, im allgemeinen angenommen werden.

Die Stellung der Schaufeln betreffend werden verschiedene Regeln befolgt, von denen wir eine von Karsten, von Leupold und Bayer, von Eitelwein und einige in England gebräuchliche Schaufelungen kennen lernen wollen, welchen dann in einem späteren Blatte noch eine folgen wird, wie sie Verfasser bei hölzernen Rädern genommen hat.

Schaufelstellung nach Karsten.

Fig. 84. Fig. 84.

Man beschreibt die größere und kleinere Kranzperipherie, und zieht einen Radius A d, auf welchen man die Kranzbreite b d in drei Theile 1, 2, 3 eintheilt und durch den Theil 1 den Theilkreis F beschreibt, auf welchen mit der Kranzbreite b d die Theilpunkte I, II, III u. s. f. aufgetragen, und durch selbe Radien gezogen werden, welche die Stellung der Riegelschaufeln wie c b bezeichnen.

Die Richtung einer Setzschaufel c a wird erhalten, indem man einen Theilpunkt c mit dem zweiten hinter ihm liegenden Theilpunkt II verbindet. Die Linie a c b kann man entweder als Mittel für die Schaufeldicke, die in Holz hergestellt selten mehr als einen Zoll beträgt, nehmen, oder man setzt, besonders bei Schaufeln aus Metallblech, deren Dicke selten eine Linie übersteigt, diese Dicke innerhalb a c und oberhalb c b hin. Die Dicke des Bodens fällt innerhalb b. Dieses so eben in Bezug auf die Lage der Schaufeldicke und die des Bodens Erörterte bezieht sich auch auf die folgenden Beispiele.

Bl. 45.

Schaufelstellung nach Leupold und Bayer.

Fig. 85. Fig. 85.

Man zieht einen Radius A d und theilt wie vorhin die ganze Kranzbreite b d in drei gleiche Theile, beschreibt durch den Theil 1 den Theilkreis und zieht von 1 an die innere Kranzperipherie eine Tangente a c III, bestimmt den Berührungspunkt III, und theilt den Bogen III b in drei gleiche Theile I II III, durch den Theil II einen Radius gezogen, erhält man eine zweite Kropfschaufel, deren übrige mit b II jetzt auf der innern Kranzperipherie herumgetragen werden, wodurch nun auch die Anzahl der Schaufeln bestimmt wird.

Schaufelstellung nach Eitelwein.

Fig. 86. Fig. 86.

Man bestimmt zunächst die Schaufelanzahl, indem man den Durchmesser, in Fußen ausgedrückt, mit 3 multiplicirt und das Product als Schaufelzahl nimmt, beschreibt die größte und kleinste Kranzperipherie, so wie den Theilkreis F durch den ersten Theilpunkt c der in drei Theile getheilten ganzen Kranzbreite b d.

Man nimmt nun die Dicke c o des einfallenden Wasserstrahls, beschreibt dann aus c einen Kreis und zieht an diesen, von dem nächsten im Theilkreis F befindlichen Theilpunkte p eine Tangente o p; diese bestimmt die Stellung der Setzschaufel a c. Die Riegelschaufel b c steht radial, oder man stellt sie, wie bei r s, senkrecht auf die Setzschaufel q r, so daß der Winkel q r s ein rechter ist.

Englische Schaufelstellungen.

Fig. 87—89. Fig. 87.

Diese englische Schaufelstellung unterscheidet sich zunächst von den bisher kennen gelernten deutschen darin, daß die Kranzbreite b d bei weitem größer genommen wird als bei diesen; dieselbe beträgt selten unter 15″ und geht bis auf 18″. Außer diesem halbirt der Theilkreis F die ganze Kranzbreite in c, und die Entfernung der Kropfschaufeln b b′ auf der innern Kranzperipherie wird selten unter der ganzen Kranzbreite b d genommen und beträgt hier um $^1/_5$ der Kranzbreite b d mehr als diese, so daß also b b′ = $^6/_5$ von b d ist. Die Riegelschaufeln b c stehen radial und nehmen die halbe Kranzbreite b c ein. Man theilt die andere Hälfte c d der Kranzbreite in drei Theile 1, 2, 3 und beschreibt aus A durch

Bl. 45. den Theil 2 einen Kreis G G; vereiniget man nun c mit o durch eine Gerade c p, welche den eben erwähnten Kreis G in p schneidet, so gibt c p die Richtung des breitern Theiles der Setzschaufel, welche in p den zweiten Bruch erhält; theilt man o V in fünf gleiche Theile I II — V und vereiniget p mit I, so gibt jetzt c p a die Richtung der Setzschaufel.

In der Voraussetzung eines langsamen Ganges eines solchen Rades ist diese Schaufelung von vorzüglicher Güte, nur ist auch darauf zu sehen, daß das Rad nicht im Unterwasser ziehe, indem es sonst sehr leicht wieder Wasser mit zurücknehmen könnte. Eine andere Art Schaufelung, welche bei in England ausgeführten ober-, rücken- und mittelschlächtigen Fig. 88 und 89. Rädern angewendet wurde, ist die in Fig. 88 und 89. Die Breite b d der Kränze beider Räder ist hier beträchtlich, und beträgt in Fig. 89 18″— jedoch ist das, Fig. 89, mit eisernen Kränzen und hölzernen Schaufeln bei weitem enger geschaufelt als Fig. 88, bei welchem die Kränze von Holz und die Schaufeln von Blech, und so construirt sind, daß die Setzschaufel a c eine ebene Fläche bildet und die Riegelschaufel c b von c an in cylindrischer Form sich an die innere Kranzperipherie von b bis o gleichfalls cylindrisch gestaltet anschließt, und so, aus einem einzigen Stücke a c b o bestehend, die Setz-Riegelschaufel und noch ein Theil des Bodens gebildet wird, dessen anderer Theil, wie in Fig. 83 und Blatt 44 Fig. 68, durch hölzerne Bodenstücke, auf welchen immer zwei Schaufeln aufliegen, ergänzt wird.

Der Theilkreis F halbirt in Fig. 88 die ganze Kranzbreite b d so, daß b c = c d ist; die Richtung der Setzschaufel erhalten wird, indem man a mit c verbindet.

Fig. 89 wird die ganze Kranzbreite b d in drei gleiche Theile 1, 2, 3 eingetheilt, und durch 2 der Kreis F beschrieben, von welchem die radialstehenden Kropfschaufeln c b, und die Riegelschaufeln a c ausgehen; der Winkel a c d beträgt hier 60° und die Setzschaufeln stehen hier um 11″ auf der größten Kranzperipherie auseinander.

§. 229.

Zu- und Ableitung des Aufschlagwassers.

Blatt 45, 47 und 51.

Außer der Radschaufelung ist bei den oberschlächtigen Rädern noch die Zuleitung des Aufschlagwassers und dessen Regulirung, so wie die Ableitung des seine Wirksamkeit vollbracht habenden Unterwassers zu berücksichtigen. Was das erste, nämlich die Zuführung des Treibwassers

und dessen Regulirung anbelangt, haben wir schon in Fig. 78—80 Blatt 45 eine sich nach Zweck und Umständen richtende Vorrichtung, die sogenannte Schußrinne CB kennen gelernt.

Wie schon dort erwähnt, ist diese Art zwar die einfachste und die geringsten Kosten ansprechende, aber auch die unvollkommenste, indem hiebei die Treibkraft unökonomisch verwendet und eine Masse Wasser unbenützt verloren geht.

Davon abgesehen, daß es immer Fälle geben wird, wo Aufschlagwasser in so beträchtlicher Menge vorhanden ist, daß man selbes nicht zu sparen braucht, können kleine Räder mit langen so stark geneigten Schußrinnen zur Erreichung einer großen Geschwindigkeit ohne andere Zwischenmaschinen immerhin angewendet werden, aber im allgemeinen soll man stets darauf bedacht seyn, alles Gefälle möglichst für das Rad zu verwenden, und diesem, wenn die Umstände eine größere Geschwindigkeit erheischen als die bezeichnete, für den Nutzeffect vortheilhafte, eine größere Breite geben; die Neigung der Schußrinne soll höchstens $1/_{12}$ ihrer Länge betragen ($10^0 - 15^0$), und diese selbst so gering als möglich genommen werden: 3′ höchstens 5′ dürfte das Geeignete seyn; die Höhe der Seitenwände kann 12″ — 15″ betragen. Die Ausmündung C Fig. 78 — 80 der Schußrinne legt man an das senkrechte Radmittel, so daß das Wasser bei $5^0 - 8^0$ über den höchsten Punkt der größern Kranzperipherie auf das Rad kömmt.

Die Schütze soll, wo sie in die Schußrinne selbst gesetzt wird und die vorhandenen Umstände es gestatten, dem Ausflusse C so nahe als möglich placirt werden, damit das Wasser nicht wie bei den frühern Anlagen, oft erst eine beträchtliche Strecke in der Schußrinne zu laufen hat. Die Schütze D wird entweder in senkrechter Lage, wie in Blatt 51 Fig. 153, öfters aber wagrecht, wie Blatt 47 Fig. 121 als eine im Boden der Schußrinne befindliche Klappe angeordnet, welche an ihrer Unterseite mit Leder gefüttert, und sich um Scharniere s drehend, mittelst des Gestänges o p q r bewegt wird. Wird die Schütze D nur wenig geöffnet, so fällt nur ein Theil des über den Kropf l m herabstürzenden Aufschlagwassers durch den Schlauch t u unbenützt abwärts, während der andere Theil über D weg und bei C auf das Rad läuft. Soll das Rad stille stehen, so wird die Schütze D so stark aufgezogen, daß alles Wasser durch den Schlauch t u ab- und unter dem Rade wegläuft. Oefters trifft man die Anordnung auch so, daß die Schußrinne, statt bei C zu enden, noch ganz über das Rad hinausgeht, und die Schütze D ober dem senkrechten Radmittel steht, wo dann, dem vorigen entgegengesetzt, wenn die Schütze

ganz geschlossen ist, kein Wasser auf das Rad kömmt, sondern über demselben weg, vorder- oder unterhalb ihm abläuft.

Blatt 47 Fig. 122 ist eine ähnliche Anordnung der Schütze, welche hier, wie Fig. 121, eine um die Scharniere s bewegliche Klappe ist, und mittelst der Zugstange o p und eines Hebels bewegt wird. Ein kurzer Schlauch oder Schlund t u leitet das Aufschlagwasser in der geeigneten Richtung auf das Rad, und wird gewöhnlich so gestellt, daß das Wasser in die zweite oder zwischen der zweiten und dritten Zelle von oben einströmt. Außer den Klappen hat man Schieberschützen, welche wie in Fig. 120 Blatt 47 in den Schlauch t u in schiefer Lage oder, Fig. 123, in senkrechter Lage, oder auch wie Fig. 81, 82, Blatt 45 wagrecht angeordnet werden können. Senkrecht und wagrecht angeordnete Schieberschützen werden vorzüglich da gebraucht, wo mehrere Räder von demselben Wasser getrieben werden, in welchen Fällen man nicht für jedes einzelne Rad eine eigene Schußrinne, sondern ein für alle gemeinsames Reservoir oder einen Sammelkasten anlegt, und die Räder in einer fortlaufenden Reihe neben- und hintereinander placirt.

Die wagrechten Schieberschützen, Blatt 45, Fig. 81, 82, werden theils in flachen Gerinnen, theils in Reservoiren gebraucht, wo der Wasserstand über der Schütze nur eine geringe Höhe hat. Bei tiefen Gerinnen und Sammelkästen wendet man die senkrechten Schieberschützen Fig. 123, Blatt 47 an. Dieselben bestehen aus einem über das in dem Gerinnboden befindliche Schlundloch gesetzten Gehäuse Q, gewöhnlich Häuschen genannt, dessen eine offen gelassene Seite die Schütze D bildet, welche, an den beiden senkrechten Seiten in Falzen gehend, gewöhnlich nur durch einen Hebel mit Zugstange leicht bewegt werden kann.

Außer den bis daher aufgeführten Schützen gibt es noch eine andere Art Schieberschützen, welche besonders Anwendung finden, wo der Wasserstand im Reservoir sehr veränderlich ist, oder wo es locale Gründe bestimmen, daß das Rad in der Richtung des abfließenden Wassers sich umdrehen müsse. Blatt 47 Fig. 119 haben wir eine solche Schütze dargestellt. Das Reservoir R ist an der dem Rade zugekehrten Seite v w nach einem mit dem Rade concentrischen Kreiscylinder gestaltet und hat ein weites Schlundloch m n, über welchem der ebenfalls cylindrische Schieber D, auf beiden Seiten in Falzen gehend, liegt.

Dieser Schieber D hat einen kurzen Schlauch u, und trägt, wenn das Rad schmal ist, auf seiner Mitte, oder bei einem breiten Rade auf beiden Seiten einen Zahnsector t, in welchen ein Getriebe, durch eine Kurbel beweglich, eingreift; hat der Wasserstand im Reservoir R seine größte Höhe erreicht, so steht die Schütze in der gezeichneten Stellung und wird, im

Falle das Rad gänzlich stille stehen soll, noch mehr gegen v hinaufgeschoben, bis kein Wasser mehr durch den Schlauch u fließt; wird hingegen der Wasserstand niedriger, so bewegt man den Schieber D gegen w nach abwärts. Reservoir und Schütze werden hier am besten aus Gußeisen hergestellt.

Hinsichtlich der **Ableitung des Aufschlagwassers**, welches im Rade bereits seine Wirkung vollbracht hat, ist darauf zu sehen, daß die Sohle des Ableitungscanals so tief unter dem Rade angelegt wird daß dieses nicht im Unterwasser ziehe oder bade, wie man sich gewöhnlich ausdrückt.

Hat man diese Rücksicht gehörig beobachtet, so liegt nichts daran, ob dann das Wasser auf der einen oder andern Seite abfließt; allein öfters bestimmen locale Verhältnisse, das vorhandene Gefälle auf das äußerste zu benützen; in solchen Fällen soll man dann das Wasser immer in der Richtung, nach welcher sich das Rad dreht, abfließen lassen.

§. 230.

Maße und Material der oberschlächtigen Wasserräder.

Hinsichtlich der Größe der oberschlächtigen Räder haben wir bereits angeführt, daß Gefälle von 6′ angefangen sich für diese Räder eignen, wobei der Diameter der großen Kranzperipherie 5′—5½′ betragen kann; unter 5′ Diameter kommen oberschlächtige Räder selten, und nur für besondere Zwecke vor. Am häufigsten finden sich dieselben von 10′ angefangen bis zu 20′, über 20′ werden sie schon seltener, kommen übrigens bis 60′ Diameter und selbst darüber noch vor; allein bei so großen Dimensionen wird ihre Ausführung, besonders die Befestigung auf den Wellen schwierig, und man kann sie schwerer vor Seitenschwankungen verwahren; da ferner ihr Gewicht und in Folge dessen die Zapfenreibung beträchtlich wird, so führt man sie nur selten in einer solchen Größe aus.

Die Breite beginnt mit 6″ und erstreckt sich bis auf 12′; jedoch sind diese beiden Dimensionen selten; von 1′ bis zu 6′ Breite werden die meisten Räder ausgeführt.

Die hölzernen oberschlächtigen Räder bestehen gleich den Staberrädern aus zwei, aus einer doppelten Felgenreihe gebildeten Seitenkränzen, und nur wenn die Breite 6′ übersteigt, so gibt man ihnen noch einen oder auch mehrere Mittelkränze; die Dicke jeder Felgenreihe beginnt mit 1″, und erstreckt sich jedoch nur bei den stärksten Rädern für Hammerwerke und andere, bei welchen das Wasserrad die Stelle eines Schwungrades vertreten muß, bis auf 3″. 1½″—2″ sind die gewöhnlichen Maße einer Felgenreihe, so daß die Dicke jedes einzelnen Kranzes 3″—4″ beträgt.

Die Verbindung und Befestigung der Schaufeln mit den Kränzen ist ganz dieselbe, wie bei den Staberrädern. Wo die große Radbreite einen Zwischen- oder Mittelkranz nothwendig macht, werden die Schaufeln so versetzt, daß immer eine auf die Mitte zwischen zwei andere trifft, wodurch der Mittelkranz nicht so sehr geschwächt, und ein mehr gleichförmiger Gang des Rades erzielt wird. Die Schaufeln sollen so dünn als möglich gemacht werden, damit an Raum für die Zellen so wenig als möglich verloren geht; ½″—¾″ für die kleinen und 1½″ bis höchstens 2″ für stärkere ist die geeignete Schaufeldicke. Die Setz- und Riegelschaufeln werden, stumpf zusammengefügt, mit eisernen Nägeln auf einander genagelt; gewöhnlich wird die Setz- auf die Riegelschaufel genagelt, und deßwegen die letztere etwas dicker genommen. Manchmal, besonders bei dicken Schaufeln, verbindet man sie durch Kamm und Nuth. Der Boden des Rades wird aus einzelnen, nach der Krümmung der innern Kranzperipherie ausgehobelten Brettstücken zusammengesetzt, welche gewöhnlich nur stumpf gestoßen, oder durch einfache oder ganze Spundung (gefalzt oder geästert) auf der innern Kranzperipherie stumpf anliegend, mit eisernen Nägeln an die Kränze befestigt werden. Die Dicke des Bodens kann ½″ — 1¾″ betragen. Die Holzgattung für Kränze, Schaufeln und Boden kleiner und unbedeutender Räder ist Fichten- und Tannenholz; besser und eine weit größere Dauer gewährend ist Föhren- oder Lärchen-, und für stärkere Räder Eichenholz, ebenso für Gerinne und die Schützen. Die Arme sind durch Verzapfungen, Verblattungen und bei unbedeutendern und kleinern Rädern durch hölzerne oder eiserne Nägel, bei größern durch Schrauben mit dem Rade verbunden, erhalten ihre Verbindung mit der Welle durch den deutschen, besser holländischen Verband; ihre Zahl, welche beim deutschen Verbande im mindesten zwei und selten über drei, bei dem holländischen nicht unter vier ist, richtet sich nach der Größe der Räder und der Kraft, welche von denselben fortgepflanzt werden muß, wie dieses auch bei den unterschlächtigen Rädern der Fall ist. Die Dicke der Arme wird nicht unter 2″ genommen und geht bis 6″, zur Breite nimmt man die Dicke 2, 2½ bis 3mal. Hinsichtlich der Armverbände weisen wir auf die bereits aufgeführten Beispiele von unterschlächtigen Rädern, dann besonders auf die Blätter 44 — 47 hin, welche eine Menge von Beispielen für unter-, ober- und mittelschlächtige Räder von hölzernen, deutschen und holländischen, dann eisernen und aus Eisen und Holz gemischten Verbänden für kleine und größere Räder enthalten. Außer diesem werden wir auch noch in den nachfolgenden Beispielen einige verschiedene Armverbindungen kennen lernen.

So wie bei den unterschlächtigen Wasserrädern hat man auch bei den oberschlächtigen schon vor mehreren Jahren zuerst in England und Frankreich angefangen dieselben theilweise und ganz aus Eisen auszuführen, was jetzt auch bei uns allmählich Nachahmung findet, und zwar mit Recht, indem solche Räder zwar im Anfange einen größern Kostenaufwand erheischen, allein bei weitem genauer und solider ausgeführt werden können, eine größere Dauer gewähren, daher in der Zeit wohlfeiler sind als die hölzernen. Bei diesen Rädern sind oft die Kränze aus Gußeisen mit angegossenen Leisten zum Einsetzen der hölzernen Schaufeln; die Arme sind entweder von Guß- oder Schmiedeisen, und die Welle von Guß-, Schmiedeisen oder auch von Holz. Oder es sind die Kränze aus Holz und die Schaufeln aus Eisen- oder Kupferblech, die Arme aus Holz mit gußeisernen auf die hölzerne oder auch eiserne Welle prismatisch oder rund aufgesteckten Naben (Rosetten); der Radboden ist bei diesen Rädern, wie bei den ganz hölzernen, von Holz. Die schönsten und solidesten Räder sind aber ganz aus Metall, und so construirt, daß die Kränze entweder aus Gußeisen oder aus verschraubten oder zusammengenieteten Felgen von Eisenblech bestehen, an welche wieder Leisten angegossen oder angeschraubt sind, um die gleichfalls durch Schrauben oder Nieten befestigten Schaufeln und den Boden, beide Theile aus Eisenblech, zu tragen. Die Arme sind aus Guß- oder Schmiedeisen, entweder aus einem Stücke mit der Nabe, oder in diese eigens eingesetzt. Die Welle ist aus Guß- oder Schmiedeisen. Die Gerinne dieser Räder sind entweder theilweise aus Holz und Eisen, oder ganz aus letzterm zusammengesetzt. Wir wollen jetzt auf einzelne Beispiele übergehen und mit einem hölzernen oberschlächtigen Rade beginnen.

§. 231.

Hölzernes oberschlächtiges Wasserrad für die Getreidemühle des Hrn. Grafen Törring-Seefeld zu Seefeld in Bayern, construirt vom Verfasser und unter der Leitung des Oekonomie- und Brauerei-Verwalters G. Haindl ausgeführt im October 1837.

Blatt 50. Fig. 149 — 152. Bl. 50.

Da wir auch hier dieselbe Bezeichnung, wie bei den früher beschriebenen unterschlächtigen, und den auf Blatt 45 enthaltenen Schaufelstellungen für oberschlächtige Wasserräder beibehielten, haben wir, voraussetzend daß dieses Vorausgegangene gehörig verstanden wurde, nachfolgende Beschreibung dieses hölzernen oberschlächtigen Rades in möglichster Kürze gefaßt.

Bl. 50. Fig. 149 bis 152. Die Getreidemühle in Seefeld hatte wie auch jetzt noch drei Mahlgänge, von welchen, da bei diesem Gute eine Brauerei ist, ein Gang während des Winters zum Malzbrechen verwendet wird. Die Einrichtung der Mühle ist die gewöhnliche unserer deutschen Mahlmühlen, wobei jeder Gang ein eigenes Wasserrad hat. Diese drei Wasserräder waren oberschlächtige, aber noch so unvollkommen construirt, daß sie, ähnlich dem Blatt 45, Fig. 80, nicht einmal Kropf-, sondern nur Setzschaufeln hatten, und da gerade im Winter der Wasserzufluß sehr gering ist, so konnte das Malzbrechen nicht auf die gewünschte Weise stattfinden. Es wurde mir daher von Seite der dortigen Verwaltung eine verbesserte Construction zu entwerfen übertragen, was von meiner Seite auch geschehen ist; und da nun diese Construction genau befolgt und ein Rad unter der Leitung des dortigen Hrn. Verwalters nach den von mir entworfenen Arbeitsplanen seit dem Jahr 1837 ausgeführt und nach amtlichem Zeugnisse zur vollen Zufriedenheit ausgefallen ist, so habe ich dasselbe zur Aufnahme in dieses Werk als passend erachtet.

Es ist noch zu bemerken, daß früher jedem Rad das Aufschlagwasser in einer besondern Schußrinne, wie Blatt 45 Fig. 78 und 79 zugeführt wurde; von dieser Anordnung bin ich sogleich abgegangen, indem ich ein Reservoir R angelegt habe, in welches das Wasser durch eine Hauptrinne h b, Fig. 150, mit nur geringem Gefälle einläuft, und wenn das Reservoir hinlänglich angefüllt ist, an der Unterseite durch eine dem Querschnitte jener Rinne entsprechende Oeffnung k k abfließen kann. In Fig. 149 hat man das Rad mit dem Gerinne theilweise, in Fig. 150 aber nur das Gerinne durchschnitten gedacht. Die drei Räder B, B' und B'' sind neben und hinter einander angeordnet, was durch die vorhandenen Mahlgänge bestimmt wurde, und das Aufschlagwasser wird auf jedes mittelst eines Schlundes t u mit einer wagrechten Schieberschütze E versehen, zugeführt. Für jede dieser Schützen geht quer über das Reservoir R eine Welle p p durch die Wassermauer in die Mühle hinein, welche mittelst eines Hebels m aus freier Hand umgedreht, und so durch die Hebel p, q mit einem Zwischengelenke q o die Schütze E geöffnet oder geschlossen wird. In Fig. 151 ist die Schaufelung dieser Räder dargestellt, woraus man ersieht, daß der Theilkreis F nicht wie gewöhnlich auf der Mitte des Kranzes, sondern durch das zweite Fünftel von innen geht; in Fig. 152 ist die Verbindung der Arme C mit dem Rade in einem Durchschnitte gegeben; diese Verbindung ist auf sehr einfache Weise angeordnet und ohne Gebrauch von Schrauben bloß durch acht eiserne Nägel für jeden Arm hergestellt.

Die Arme C sind, wie aus Fig. 149 und 152 ersichtlich, in starke Quertheile M eingezapft und in diesen verkeilt. Diese Quertheile M aber

sind ihrerseits in den Radboden versetzt, und jedes auf die Kränze D, Bl. 50. Fig. 149 bis 152.
wie schon erwähnt, durch 8 starke eiserne Nägel (Schiftnägel) festgehalten.

Das Reservoir wird von in Schwellen L eingezapften Ständern, durch Büge gehörig verspannt, getragen. Mit Ausnahme des Hebels m und p q o ist alles von Holz und zwar Föhrenholz.

§. 232.

Eisernes oberschlächtiges Wasserrad.

Blatt 51. Fig. 153—178. Bl. 51. Fig. 153 bis 178.

Verfasser hält dieses Rad für ein Muster einer zweckmäßigen und soliden Construction, und da auch seine Leistung nach allen Nachrichten vorzüglich ist, so haben wir ihm das ganze Blatt 51 gewidmet, auf welcher es in Fig. 153 in einer ersten verticalen Projection theilweise durchschnitten, in Fig. 154 in einer zweiten verticalen Projection von der Unterseite, und in Fig. 155 mit einer durch das senkrechte Mittel gehenden Ebene durchschnitten gedacht dargestellt ist. Die Fig. 156—178 sind Detaile. Dieses Rad ist in der kgl. Porcellan-Manufactur zu Sèvres bei Paris von dem englischen Ingenieur John Hall zum Betriebe der Schlämmwerke im Jahre 1830 gebaut worden. Das Material, aus welchem das ganze Rad besteht, ist Guß- und Schmiedeisen.

Die Construction ist einfach, von gefälliger Form, dabei große Festigkeit und Dauer gewährend, und das Rad im Verhältniß seiner Größe von nicht beträchtlichem Gewichte.

Die Welle A in Fig. 175—177 besonders dargestellt, ist von Schmiedeisen, durch 4 Rippen b gehörig verstärkt und mit Ansätzen B versehen, an welchen die beiden Naben E, Fig. 160—162 vergrößert gezeichnet, anstehen. Der Durchschnitt der Nabe Fig. 162 ist rechter Hand nach der Ebene 1 Fig. 161, und auf der linken Seite nach der Ebene 2 angenommen. Während die cylindrischen Hälse A A, Fig. 175 und 176, zur Aufnahme der Naben dienen, liegt die Welle mit ihren beiden kleinen Zapfen a in den Anwellen, welche in Fig. 178 besonders dargestellt sind, und wovon C der untere Theil mit den länglichen Löchern c ist, welche zur Aufnahme der Schrauben dienen, mit denen das Lager auf der Anwellbank befestigt wird. Der Deckel D ist mit einer viereckigen Schmierbüchse versehen.

Das Rad hat zwei gußeiserne Seitenkränze, von welchen jeder aus acht Felgen G zusammengesetzt ist. Die Schaufeln und der Boden sind von Eisenblech, die Arme L L' von Schmiedeisen. Das Rad trägt einen

Bl. 31. Fig. 153 bis 178 gußeisernen Zahnkranz mit innern Zähnen, gleichfalls aus acht Felgen M zusammengesetzt. Neu und originell war zur Zeit der Erbauung dieses Rades sein jetzt für Wasser und Schwungräder angewandter Verband mit der Welle A. Dieser Verband ist, wie aus Fig. 153, 155, 163—167 ersichtlich, mittelst schmiedeiserner, die Arme vertretender cylindrischer Stäbe L L', 32 an der Zahl, auf eine einfache Weise und in der Art hergestellt, daß immer Par und Par der Arme wie L L senkrecht auf der Radachse stehen, während das nächste Par L' L', sich überkreuzend, geneigt gegen dieselbe ist, wodurch das Rad vor Seitenschwankungen gesichert ist.

Bevor wir in der Erklärung weiter gehen, bemerken wir hinsichtlich der Detaile, daß Fig. 156—159 eine der Kranzfelgen vergrößert dargestellt ist, und zwar in Fig. 165 als einer verticalen Projection von der innern, in Fig. 158 als von der äußern Seite des Rades; Fig. 157 und 159 sind horizontale Projectionen, und zwar Fig. 157 von der innern concaven Seite, Fig. 159 aber von der äußern converen Kranzperipherie. Fig. 168 ist ein Durchschnitt der Felge G nach 3, 4 in Fig. 156; Fig. 170 ist ein solcher nach 5, 6 in Fig. 156; Fig. 169 ein gleicher nach 7, 8 von Fig. 158; Fig. 163 ist einer der sich überkreuzenden Arme L'; in Fig. 164 und 165 ein solcher auf der Achse senkrechtstehender L, dann in Fig. 166 und 167 sind Durchschnitte des Rades und in Fig. 166 die Verbindung der kreuzenden Arme L' L', in Fig. 167 die Befestigung der auf die Radachse senkrechtstehenden L L, Fig. 171 und 172 ist eine Zahnkranzfelge, Fig. 173 und 174 Durchschnitte hievon.

Jeder Radkranz besteht, wie schon bemerkt, aus acht gegossenen Felgen G, von welchen wir in Fig. 156—159 eine desjenigen Seitenkranzes dargestellt haben, auf welchen der Zahnkranz M aufgeschraubt ist.

Die Felgen G sind an ihren Enden g überplattet und werden je zu zwei durch zwei Schrauben miteinander verbunden; zur Verbindung der aus Eisenblech bestehenden Schaufeln mit den Kränzen, sowie des aus demselben Materiale bestehenden Bodens sind für erstere Leisten J J, für diesen aber ein überstehender Rand I I angegossen, an welchen die Schaufeln und der Boden durch Schrauben i befestigt sind. Von jeder Felge geht einer der sich kreuzenden Arme L' und ein solcher L aus, welch letzterer senkrecht auf der Radachse steht, und es sind zu diesem Behufe an jeder Felge ein eckiger H und ein cylindrischer Vorsprung H' angegossen, von welchen der erstere H zur Aufnahme eines senkrechten Armes L, der andere H' aber für einen schiefen L' dient; in H ist eine Tförmige Vertiefung eingegossen, in welche der mit einem solchen Kopfe l, Fig 164, 165, 167 und 168 versehene Arm L eingelegt wird; da hingegen in

die Vorsprünge H', Fig. 166 und 170 Gewinde eingeschnitten sind, in welche die mit denselben Gewinden l', Fig. 163 und 166, versehenen Arme L' eingeschraubt werden, und durch ein an jedem Gewinde eingetriebenes Splett (Schlußkeil) das Loswerden verhindert wird. Mit den Naben werden sowohl die schiefen L', als geraden Arme L durch an diese angeschnittene Gewinde mit doppelten Muttern (Mutter und Gegenmutter), um das Loswerden zu verhindern, verbunden, Fig. 153, 155, 160 — 165. Hiefür hat jede Nabe einen auf der Außenseite überstehenden Rand E Fig. 160 — 162, an welchen abwechslungsweise acht cylindrische, theils nach innen und außen vorstehende F, und acht conische, nach innen vorstehende Verstärkungen F'' angegossen und mit cylindrischen Löchern zur Aufnahme der Arme L L' versehen sind. Die conischen, innern vorstehenden Verstärkungen sind nach der Richtung der schiefen Arme schräg angesetzt, so daß die Muttern auf ihrer innern Fläche vollkommen eben aufliegen, Fig. 155. Die Naben, Fig. 160 — 162, haben prismatische Schlitze f zur Aufnahme der Keile, mittelst welcher sie mit der Welle auf die längst bekannte Weise verbunden werden. Der Zahnkranz M, wovon wir in Fig. 171 eine verticale, in Fig. 172 eine horizontale Projection, einer der acht Felgen, aus welchen er zusammengesetzt ist, und zwar letztere von der concaven Außenseite, dann Fig. 173 und 174 zwei Durchschnitte gegeben haben, wird auf den einen der Seitenkränze stumpf aufliegend und so angeschraubt, daß die stumpf zusammengestoßenen Enden N an den angegossenen Vorsprüngen n n Fig. 158 anliegen und der Stoß auf die Mitte 7, 8 trifft; m', m', m' Fig. 171 und 172 sind die drei Löcher für die Schrauben, welche den Zahnkranz M an den Seitenkranz festhalten; n' n' sind Verstärkungsrippen und m, m die innern Zähne. Das Aufschlagwasser wird diesem Rade in einer freien Rinne P, Fig. 153—155, zugeführt, welche am Scheitel des Rades ausmündet und durch eine senkrechte Schieberschütze mit in zwei Zahnstangen eingreifenden Getrieben abgeschlossen oder überhaupt der Wasserzufluß regulirt wird. Die Stellung der Schaufeln dieses Rades anbelangend ist zu bemerken, daß sich der Theilkreis auf der Mitte des Kranzes befindet; die Kropfschaufeln sind radial und vereinigen sich in leichter Abrundung mit den Setzschaufeln, deren Neigungswinkel zum äußern Halbmesser des Rades 74° beträgt.

Bl. 51. Fig. 153 bis 178.

§. 233.

Oberschlächtiges Rad, construirt von Flachat und Petiet, ausgeführt zu Tusey.

Bl. 52. Fig. 179 bis 181.

Blatt 52. Fig. 179 — 181.

Dieses Rad ist Motor für ein Gebläse eines Hochofens und mehrerer Kuppelöfen und besteht theils aus Guß= und Schmiedeisen, theils aus Holz.

Fig. 179 ist theilweise äußere Ansicht, theilweise ein Verticalschnitt;

Fig. 180 Ansicht von oben;

Fig. 181 ein Wellkranz (Rosette) von Gußeisen.

Das Rad ist ein einfaches mit zwei gußeisernen Seiten=Kränzen, von welchen jeder aus 12 Felgen zusammengesetzt ist; der eine derselben trägt einen angegossenen Zahnkranz (Stirnrad mit äußeren Zähnen), in welchen ein Getriebe zur Transmission der Bewegung eingreift (ist hier weggelassen). Die Schaufeln sind stumpfwinklig gebrochen (Setz= und Riegelschaufeln) und stehen stumpf in Nuthen, welche gebildet sind durch an die Kränze angegossene Leisten.

Die Kränze werden zusammengehalten durch Schrauben, deren Muttern auf den ebenen Außenseiten derselben aufliegen; statt der Arme sind die Kränze mit den Rosetten verbunden, jeder Kranz durch 24 Zugschrauben, ähnlich dem auf Blatt 51 gegebenen Rade, was hier wie dort wegen des Zahnkranzes und deßwegen geht, weil die Kraft nicht auf die Welle überzutragen ist, sondern diese nur als Träger des Rades dient. Die Welle ist aus Gußeisen und es sind die Rosetten auf ihr durch Keile befestigt.

Das Gerinne ist von Holz und hat eine Seitenschütze **A B** für überflüssiges Aufschlagwasser. Die Schütze mit ihrer Regulirungs=Vorrichtung ist aus Eisen.

§. 234.

Großes oberschlächtiges hölzernes Rad.

Fig 182 bis 189.

Fig. 182 — 189.

Dieses Rad von bedeutender Größe ist seit dem Jahre 1839 zu Fontaines bei Lyon in einer Getreidemühle mit vier Mahlgängen durch Cartier und Armengaud ausgeführt; dasselbe ist dargestellt in Fig. 182 als einer ersten Vertical=Ansicht mit theilweisem Durchschnitte; Fig. 183 ist zweite Vertical=Projection, wobei das Rad mit einer Vertical=Ebene durchschnitten gedacht ist; die übrigen Figuren sind Detaile.

Die Welle A war ursprünglich aus Gußeisen und hohl, da sie aber bald gebrochen ist, so hat man sie ersetzt durch eine geschmiedete gerippte mit den Zapfen a a in einem Stücke. Bl. 62. Fig. 182 bis 189.

B sind die gußeisernen Lagergehäuse, auf Mauern liegend. Zwei Rosetten C C tragen je 12 Arme D aus Eichenholz, deren jedes System durch eingezapfte Büge E verbunden ist. Beide Armsysteme sind aber durch eingezäpfte Quertheile F und Andreaskreuze G wieder miteinander in feste Verbindung gebracht. Sowie die Arme, welche an der Welle etwas weiter gestellt sind, als am Radkranze H, gehen auch die Andreaskreuze von den Rosetten aus.

Die Kränze H sind gebildet aus zwei mit Holzschrauben aufeinander befestigten Felgenlagen, in deren inneren Nuthen i i eingestemmt sind zur Aufnahme der Schaufeln I Fig. 184 und 185, welche stumpf in dieser stehen, ohne mit Zapfen versehen zu seyn.

Statt der Nuthen können auch Leisten g g angeschraubt oder genagelt werden, wobei die Schaufeln dann stumpf an der innern ebenen Kranzfläche anstehen. Die Kränze H sind durch 12 Schrauben h unter sich befestigt. Der Boden J besteht aus stumpf gefügten Brettern. Die Felgen, die Schaufeln und der Boden sind aus Eichenholz.

Der Kranz ist mit den Armen, wie aus Fig. 186 ersichtlich, durch Schrauben verbunden, und es ist außen ein Ring e aus Schmiedeisen angelegt. K ist die Einlaufrinne, am Scheitel des Rades in die Schaufeln einmündend.

Durch ein Rad mit inneren Zähnen, bestehend aus sechs gußeisernen Felgen L, und durch ein Getriebe M wird die Bewegung fortgepflanzt; eine Anordnung, welche bei so großen, besonders oberschlächtigen Rädern, auch in Deutschland hauptsächlich bei Mühlen allenthalben befolgt wird.

Um eine gehörige Festigkeit zu erlangen, ist an der Stelle des großen Rades an jedem Armsysteme aus 12 in die Arme eingezapften Holzfelgen F ein Kranz gebildet, auf welchem der Zahnkranz L aufgeschraubt ist. Fig. 187 zeigt die Verbindung der Felgen L; Fig. 188 deren Verbindung mit den Armen. Diese Felgen L sowohl als die Andreaskreuze G sind durch Keile d und e fest zusammengetrieben. In Fig. 189 ist ein Theil eines Rades dargestellt, bei welchem die Riegelschaufeln I und der Boden von Holz, die Setzschaufeln I' aber von Blech sind, mit einer wagrechten Schieberschütze.

§. 235.

Oberschlächtiges Wasserrad ganz aus Guß- und Schmiedeisen.

Blatt 53. Fig. 190 — 197.

Bl. 53. Fig. 190 bis 195. Dieses Rad wurde in der Wollspinnerei des Hrn. Carl Bellot zu Angecourt bei Sedan für ein altes hölzernes ausgeführt, und kann als ein Muster einer guten Construction betrachtet werden, um so mehr, als sich dasselbe als vorzüglich bewährt hat.

Dasselbe ist dargestellt in Fig. 190 als einer ersten verticalen Projection, theilweise durchschnitten gedacht. Fig. 191 Verticalschnitt durch die Achse; die übrigen Figuren sind Detaile.

Die Welle A ist aus Gußeisen und hohl mit Verstärkungen an den Enden zur Aufnahme der schmiedeisernen Zapfen a, und zum Tragen der Rosetten oder Armscheiben, sowie auch zur Erhöhung ihrer Tragfähigkeit in der Mitte durch einen Wulst verstärkt. B sind die auf Mauerwerk durch Schrauben c, c befestigten Zapfenlagergehäuse.

C C die zwei Rosetten aus Gußeisen als Träger der Arme D aus gleichem Material, deren jede acht enthält mit eben so vielen, von einem Mittelkranz F ausgehenden schrägestehenden, von den Rosetten getragenen schmiedeisernen Zugschrauben, ähnlich wie bei dem auf Blatt 51 gezeichneten oberschlächtigen, eisernen Rade mit Gegenmuttern zur Verhütung von Seitenschwankungen. Am Mittelkranze F sind dieselben in angegossenen Muffen eingesteckt und durch Keile festgehalten. Fig. 192 ist eine der Rosetten C durchschnitten gezeichnet, woraus, sowie aus Fig. 190 ersichtlich ist, wie die gegossenen Arme D, jeder durch drei Schrauben, festgehalten werden. Fig. 193 ist ein Durchschnitt der Arme mit der Ebene 10, 11. Das Rad hat zwei Seitenkränze E und F, jeder aus acht Felgen bestehend, welche auf der Mitte eines jeden Armes D stumpf gestoßen sind, wie aus Fig. 196 und 197 ersichtlich ist, und jede Felge durch drei Schrauben mit einem Arme verbunden und befestigt ist. Der eine dieser Seitenkränze E hat angegossene consolenartige Träger h für den gußeisernen Zahnkranz L mit äußeren Zähnen, welcher aus acht Felgen bestehend, durch Schrauben und Keile, wie aus Fig. 193 und 194 ersichtlich, mit E verbunden ist. Der schon erwähnte mittlere Kranz F hat innerhalb eine angegossene Rippe f, abwechselnd mit runden und kreisförmigen Oeffnungen durchbrochen, und trägt einerseits die schon erwähnten Muffen e für die schrägen Träger G, anderseits dient er zur Befestigung der Schaufeln I und des Bodens aus Schmiedeisen. Die Schaufeln I sind nicht gebrochen sondern krumm, und es hat jeder Seitenkranz E so viele angegossene Leisten g als Schaufeln

vorhanden sind, also 40, an welche dieselben durch Schrauben befestiget werden. Auf dem Mittelkranz F, welcher in der Richtung der Radien schwächer ist, als in der der mathematischen Radachse, also einen Cylinderring bildet, sind an der äußeren krummen Fläche flache gußeiserne Leisten, geformt nach der Krümmung der Schaufeln I aufgeschraubt, und auf diese die Schaufeln. Die drei Kränze E, F, E sind durch acht Schrauben H (Entfernungsschrauben) in gleicher Entfernung gehalten und gehörig fest verbunden. K ist die Aufschlagwasserrinne mit einer senkrechten Schütze. Bl. 55. Fig. 190 bis 197.

Durch ein Getriebe M wird die Bewegung fortgepflanzt.

§. 236.

Kehrräder.

Blatt 45 Fig. 90—92.

Bl. 45.

Bei den oberschlächtigen Rädern unterscheidet man noch eine besondere Gattung, Kehrräder genannt. Dieselben wurden früher häufig da angewendet, wo es nothwendig war, eine kreisförmig fortgehende Bewegung in eine kreisförmig wiederkehrende zu verwandeln, was durch die Anwendung eines Kehrrades unmittelbar, ohne irgend eine Zwischenmaschine geschehen kann; ebenso kann mittelst eines Kehrrades eine geradlinig fortschreitend wiederkehrende Bewegung, bloß mit Benützung von Kurbel und Zugstange erzielt werden.

Fig. 90 — 92 Blatt 45 ist ein solches Kehrrad dargestellt. Dasselbe ist ganz wie ein oberschlächtiges mit einem Mittelkranze construirt, wodurch zwei Räder in eines vereinigt sind, wobei jedoch die Schaufeln des einen eine entgegengesetzte Richtung gegen die des andern haben, wie aus dem in der Mitte zwischen den beiden verticalen Projectionen befindlichen Kranzstücke Fig. 92 deutlich zu ersehen ist; außer diesem geht von einer Hauptrinne B, C eine besondere Rinne P und auf der entgegengesetzten Seite eine solche R aus, welche durch zwei miteinander mittelst eines Hebels mit Zugstange verbundene und zu regulirende Schützen versehen sind, so daß, wenn man eine Schütze öffnet, sich die andere schließt, wodurch die Bewegung des Rades dann umgekehrt wird. Fig. 90 bis 92.

Rückenschlächtige Wasserräder.

Bl. 47. Blatt 47 und 52.

§. 237.

Allgemeine Erklärung.

Blatt 47 Fig. 119 und 124.

Wenn das vorhandene Gefälle zur Anlage eines oberschlächtigen Rades entweder nicht groß genug befunden wird, oder wenn die Umstände einen größern Diameter des Rades erfordern, als man diesem bei oberschlächtigem Betriebe geben könnte, so wendet man rückenschlächtige Wasserräder an. Diese unterscheiden sich von den oberschlächtigen Rädern in der Regel bloß in der Anlage der Schütze, welche wie in Fig. 119
Fig. 119 und 124. und 124 Blatt 47 nicht mehr am Scheitel des Rades, sondern seitwärts angelegt wird, zu deren Gebrauche, wie schon angeführt, öfters auch locale Verhältnisse, wie der sehr veränderliche Wasserstand im Reservoir, oder die Bewegung des Rades nach einer bestimmten Seite Veranlassung geben können. Die Schützen sind meist Schieber mit Zahnsectoren, ähnlich der in Fig. 119 dargestellten und früher schon beschriebenen. Eine andere, in einigen Gegenden Englands vielfach gebrauchte Anordnung der Schütze ist die in Fig. 124 gezeichnete; R ist das gußeiserne an seinem Ende mit einem Gitter aus breiten Eisenstäben versehene Gerinne, deren letzteren Richtung von der Art ist, daß das durch sie fallende Wasser in die Radzellen gut eingeleitet wird; das ganze Gitter wird durch eine bei a an den Gerinnsboden befestigte lederne Schütze überspannt, welche durch das Wasser so fest angedrückt wird, daß wenn sie geschlossen ist, kein Wasser durchgeht. Die obere Kante des Leders ist um eine dünne Rolle b gewickelt, deren Achse an beiden Enden von dem untern Ende zweier Zahnstangen aufgenommen worden ist, welche durch zwei an einer gemeinschaftlichen quer über das Gerinne gehenden Welle befindliche Getriebe auf- und niedergehen, und daher auch die Rolle b heben und senken. Es wickelt sich die lederne Schütze auf die Rolle, sobald diese niederwärts geht, wodurch die Zwischenräume der Gitterstäbe von oben angefangen frei werden, und so das Wasser zwischen ihnen in die Zellen fallen kann; umgekehrt wird sich das Leder abwickeln, wenn die Rolle b nach aufwärts bewegt wird und das Leder das Gitter wieder verschließen. Damit aber die Rolle das Leder gut aufnimmt und es straff erhält, ist um die Enden derselben, und da wo die lederne Schütze zu Ende ist, ein lederner Riemen gewickelt; über dem Wasser gehen diese Riemen über ein

Rad und wickeln sich um dasselbe mit einer bedeutenden Spannung, welche mittelst eines Bandes und eines daran hängenden Gewichtes hervorgebracht wird. Was die Schaufelung und weitere Construction der rückenschlächtigen Räder betrifft, ist hier alles ganz wie bei den oberschlächtigen.

§. 238.

Rückenschlächtiges, gußeisernes Rad, angewendet in Wesserling.

Blatt 52. Fig. 198 — 206. Bl. 52.

Fig. 198 ist dieses Rad gezeichnet zum größten Theile in einem Verticalschnitte, mit theilweiser Verticalansicht von außen. Fig. 198 bis 206.

Fig. 199 Ansicht von oben.

Fig. 200 — 206 Detaile.

Dasselbe hat 72 Schaufeln von Eisenblech, theilweise eben (die Setzschaufeln), theilweise gekrümmt (die Riegelschaufeln), der Boden ist gleichfalls von Eisenblech; Kränze sind zwei vorhanden, beide aus Gußeisen mit angegossenen Leisten, an welche die Schaufeln und der Boden durch Schrauben befestiget sind. Einer der Radkränze trägt einen Zahnkranz mit innern Zähnen (Hypocykloidenrad) mit einem Zahngetriebe; 20 Spannschrauben vertreten die Stelle der Arme, ähnlich der Construction Fig. 179 und 180. Die Schütze ist, ähnlich der auf Blatt 47 Fig. 124 gezeichneten, eine Lederschütze, mit einem Gegengewichte, regulirt durch Getriebe und Zahnstangen.

Fig. 200 ist eine Rosette.

Fig. 201 — 203 die gußeiserne, gerippte Welle mit ihren Zapfen in einem Stücke.

Fig. 204 Verbindung der Arme (Zugschrauben) mit den Kränzen.

Fig. 205 Stück eines Zahnsectors.

Fig. 206 Stück des Radkranzes.

Mittelschlächtige Wasserräder.

Blatt 47, 53 und 54.

§. 239.

Construction mittelschlächtiger Wasserräder.

Blatt 47 Fig. 115—118.

Diese Gattung von Rädern kann unter denselben Umständen bei fast gleichem Effecte wie die Kropfräder mit vollständigem Kropfe und Ueberfallschützen angewendet werden, und zwar dann, wenn das vorhandene

Gefälle für ober- oder rückenschlächtige Räder zu klein ist. Der k. Director und Professor der Real- und Provincial-Gewerbsschule in Elberfeld, Hr. Dr P. Egen, führt in einem im Jahre 1831 auf Kosten des k. preußischen Ministeriums des Innern herausgegebenen Werke, betitelt: Untersuchungen über den Effect einiger im Rheinland (Westphalen) bestehenden Wasserwerke, Abtheilung I und II, Seite 90 an: Gefälle von 20¼' bis 10¼' werden oberschlächtig, von 10¼' bis 6¼' werden sie rücken- oder mittelschlächtig, von 6¼' und darunter werden sie unterschlächtig benutzt, Vorschriften, mit welchen wir im Allgemeinen einverstanden sind.

Bei den mittelschlächtigen sowie bei den Kropfrädern mit vollständigem Kropfe reicht der Spiegel des Oberwassers oft bis zu einer durch das Wellenmittel wagrecht gelegten Ebene, oft noch darüber hinauf, meistens aber bleibt er doch unter ihr. Die Schützen sind bei beiden Radgattungen, besonders jetzt gewöhnlich Ueberfallschützen, bei welchen das Aufschlagwasser statt von unten über den obern Schützenrand hinweg und sogleich auf das Rad fließt, wie Blatt 44, Fig. 66—69, dann Bl. 54, Fig. 207, und Blatt 47, Fig. 99, 115 und 116.

Die Construction der mittelschlächtigen Räder ist ganz die der Staber- oder oberschlächtigen Wasserräder mit Seitenkränzen; die Schaufelung wird ganz wie bei den oberschlächtigen, sowohl in Bezug der Anzahl als Form, bei hölzernen Rädern nach Blatt 50, bei eisernen nach Blatt 52 mit Setz- und Riegelschaufeln und Boden, oder mit theilweise gekrümmten Schaufeln wie Blatt 44, Fig. 66 — 69 angeordnet.

Bl. 47. Fig. 115. Das mittelschlächtige Rad Fig. 115, Blatt 47 ist dem schon angeführten Werke des Hrn. Dr. P. Egen entnommen, und bei der Saline Königsborn ausgeführt; die Schaufelung ist ähnlich der von Neumann vorgeschlagenen, auf Blatt 45, Fig. 71, 73, 74 gezeichneten mit Setz-, Riegelschaufeln und Bodenstücken so angeordnet, daß zwischen jedem Bodenstücke und der nächsten Riegelschaufel eine Oeffnung gelassen ist, damit beim Einströmen des Wassers die Luft frei entweichen kann. Die so geschaufelten Räder nennt man Sackräder und die Schaufeln Sackschaufeln. Die Breite dieses Rades beträgt 4' 4½" im Lichten; die Kränze sind 5" dick; Schaufeln sind 69 vorhanden. Der Zuführungscanal für das Aufschlagwasser ist durch zwei Schützen abgeschlossen, von welchen sich die obere in den Seitenbrettern der untern Schütze bewegt, weßwegen auch erstere enger ist als letztere. Diese Anordnung, sowie die des Rades überhaupt hat übrigens unsern Beifall nicht, und Hr. Dr. P. Egen bemerkt selbst, daß der Nutzeffect dieses Rades nur 48 Proc., höchstens 55 Proc. sey, während doch ein gutes mittelschlächtiges Rad 70 Proc. bis 75 Proc.

geben soll. Die Ursache der Aufnahme dieses Rades ist seine Verbindung Bl. 47.
mit der Welle, welchen Armverband wir für hölzerne Räder als sehr zweckmäßig erachten.

Ebenso haben wir auch das Rad in Fig. 117 und 118, Blatt 47, Fig. 117 und 118.
bloß seiner Armverbindung halber aufgenommen; beide Verbände werden aus der Darstellung ohne weitere Erklärung deutlich seyn. Wir wollen jetzt nach der bisher befolgten Ordnung im nächsten §. ein im Großen ausgeführtes mittelschlächtiges Rad mit Sackschaufeln unserer Betrachtung unterziehen.

§. 240.

Mittelschlächtiges Wasserrad mit Ueberfallschütze, angewendet bei einer zu St. Denis in Frankreich nach verbesserter Bauart angelegten Getreidemühle.

Blatt 54. Fig. 207 — 216. Bl. 54.

Es haben uns zwei Gründe bestimmt, dieses Rad aufzunehmen, von welchen der eine der ist, ein Beispiel eines in Wirklichkeit ausgeführten mittelschlächtigen Rades, welches nach allen Nachrichten ein gelungenes ist, zu geben; der zweite Grund war, zu zeigen, wie in so kleinen Maßstäben Zahnräder, mittelst welcher eine Bewegung übergetragen und fortgepflanzt wird, gezeichnet werden. Das Ganze ist, wie schon der Titel angibt, einer Getreidemühle entnommen, welche nach französischer Bauart zu St. Denis in Frankreich angelegt ist. Nachdem wir aber nicht voraussetzen dürfen, daß jedem unserer Leser die Einrichtung selbst unserer deutschen Mahlmühlen bekannt ist, so dürfte es jetzt, nachdem wir bereits in der Abtheilung „Verwandlung der Bewegungen" die einer Windmühle in Kürze angegeben haben, nicht überflüssig erscheinen, bevor wir auf dieses Wasserrad selbst übergehen, in Kürze der Einrichtung der deutschen Mahlmühlen und ihrer Verbesserungen zu erwähnen. Die Getreidemühlen gehören offenbar zu den ältesten Maschinen und sind aber auch sicherlich die einzigen, deren Grundprincip, mit geringer Ausnahme, bis auf unsere Tage dasselbe geblieben ist. Zwei wagrechte Steine von cylindrischer Form, deren Achse eine senkrechte Stellung hat, mit ihren ebenen Flächen aufeinanderliegend, von welchen der untere feststeht (Bodenstein), während der obere (Läufer) so vorgerichtet ist, daß er sich mit einer gewissen Geschwindigkeit um seine Achse dreht, sind die hauptwirksamen Theile einer jeden Mühle. Das Getreide fällt von einem, in Pyramidenform gestalteten Kasten (Gosse), durch ein in der Mitte des Läufers befindliches cylindrisches Loch (Auge) auf den Bodenstein, und wird zwischen diesem und dem Läufer zerrieben, von wo es dann durch eine am Boden-

steine befindliche Oeffnung durch einen Schlauch nach unten abläuft, und nun, was aber nur in ältester Zeit geschehen ist, durch Siebe aus freier Hand in verschiedene Sorten ausgeschieden wird.

Eine bedeutende Verbesserung trat schon damit ein, daß man das zerriebene Getreide nicht mehr zunächst bloß aus freier Hand durch Siebe sortirte, sondern sich hiezu einer eigenen Vorrichtung, des Beutelwerkes, bediente. Das Beutelwerk, welches seit Jahrhunderten bei unsern deutschen Mühlen fast überall noch dasselbe ist, besteht aus einem hölzernen, mit Thüren oder Schubfächern versehenen gut schließenden Kasten (Beutelkasten), durch welchen seiner Länge nach gegen die Vorderseite abfallend, ein Schlauch aus Baumwollen- oder Seidengewebe (Beutel) gespannt ist; das durch die Steine bereits zermalmte Getreide fällt in den Beutel, der die Stelle eines ersten Siebes vertretend, in beständige, stark rüttelnde Bewegung versetzt, den feineren Theil in den Beutelkasten, in Staubform, abgibt, von wo es dann von Zeit zu Zeit herausgenommen und entweder durch Siebe aus freier Hand noch weiter sortirt, oder als schon fertiges Mehl abgegeben wird. Das durch den Beutel in den Beutelkasten nicht Verstaubte des gemahlenen Getreides, bestehend in Gries und Kleie, fällt an der Vorderseite des Beutelkastens, wo der Beutel ausmündet, heraus, auf eine Art flache Rinne (Säuberer), welche gegen eine Seite etwas geneigt, auf ihrem Boden mit mehreren Drathsieben von verschiedener Feinheit versehen ist und in beständig rüttelnder Bewegung erhalten, den Gries sortirt und die Kleien absondert, welch letztere öfters nochmals ausgemahlen, der Gries aber noch durch besondere Putzmaschinen als solcher seine Vollendung erhält und in den Handel kömmt oder zu Mehl vermahlen wird. Dieses ist die Einrichtung, welche der bei weitem größte Theil, besonders unserer deutschen Getreidemühlen jetzt noch hat, und wobei als Triebkraft die von Thieren, am häufigsten aber das Wasser benützt wird, und zwar so, daß ein Steinpar mit der Beutelvorrichtung, zusammen ein Gang (Mühlgang) genannt, immer von einem Wasserrade getrieben wird, wobei eine Mühle nicht selten sechs und noch mehrere Gänge durch eben so viele Wasserräder betrieben hat. Unter den Wasserrädern, welche zum Betriebe von Mühlen benützt werden, sind besonders die verticalen diejenigen, welche schon ihrer Einfachheit wegen am häufigsten Anwendung fanden; da aber der Läufer eine wagrechte Lage hat, so wird ein Vorgelege, bestehend in einem auf der Wasserradwelle aufgesteckten Kronrade, in ein an der Steinachse befindliches Getriebe greifend, nothwendig, und dieses auch deßwegen, weil der Läufer je nach seinem Durchmesser eine bestimmte Geschwindigkeit erheischt, welche 80 — 300 Umläufe per Minute betragen kann, während das Wasserrad oft

kaum 20 Umgänge macht. Hiedurch wurde, sowie für jeden einzelnen Gang, ein Wasserrad, auch noch für jeden ein besonderes Vorgelege nöthig, welches in den günstigsten Fällen ein Rad und Getriebe, in andern deren mehrere erheischt, wodurch Zahn- und Zapfenreibungen herbeigeführt und ein bedeutender Theil der Kraft absorbirt wird. Alle Gänge, so viele deren eine Mühle hat, stehen in einer fortlaufenden Reihe an einer Wand (Wasserwand, Wassermauer) an, außerhalb welcher sich der Wasserbau mit allen Wasserrädern befindet; die Beutelkästen stehen par terre, während die Steine mit der Gosse auf einem erhöhten Gerüste, in einer zwar niedern (6 — 10′ hohen), jedoch zweiten Etage sind, wo alles zu mahlende Getreide von Menschen auf den Schultern oder auf dem Kopfe aufgetragen und in die Gosse eingeschüttet wird. In Amerika, dann in England und Frankreich wurde fast gleichzeitig mit der Verbesserung der Getreidemühlen begonnen. Man ging davon ab, die Gänge sämmtlich in eine Reihe zu stellen und jedem ein eigenes Wasserrad zu geben; man ließ mindestens zwei Gänge von einem Wasserrade treiben, und dehnte dieses bis auf sechs Gänge aus, welche man im Kreise stellte, wodurch statt sechs nur ein Vorgelege nothwendig wurde, welches aus einem auf der Wasserradwelle befindlichen conischen Rade, eingreifend in ein auf eine senkrechte Hauptwelle aufgezogenes conisches Getriebe, und außer diesem noch aus einem auf die senkrechte Welle aufgesteckten horizontalen cylindrischen Hauptrade besteht, in welches alle Getriebe der Steinachsen eingreifen, sowie wir auf Blatt 21 eine solche Transmission dargestellt haben; man erfand Maschinen zum Sortiren und Reinigen des Getreides und stellte dieselben in erhöhte Etagen des Gebäudes, deren man 4 — 5 anordnete, wo dann das rohe Getreide gleichfalls durch Maschinen auf die oberste gehoben und durch andere in Gossen geschafft wird, von wo es auf eine in nächster Etage befindliche Putz- oder Reinigungsmaschine, von da auf eine zweite, dritte, vierte, oft fünfte, und endlich zu den Steinen gelangt, welche von größerem Diameter und einer festen Steinmasse genommen werden. Das gemahlene Gut fällt von den Steinen in eigens construirte Maschinen, welche die Stelle des Beutelwerkes versehen und öfters auch in einer höhern Etage aufgestellt sind, wo es wieder durch Schöpf-Becher-Werke, Elevatoren hingeschafft, dergleichen durch Schrauben nach Art der Wasserschraube in wagrechter Richtung fortgebracht wird, so daß Menschenhände möglichst gespart und nur für solche Arbeiten und zur Bedienung der Maschinen benützt werden, welche von diesen nicht mehr verrichtet werden können. Außer diesen wesentlichen Verbesserungen ist besonders bei den amerikanischen Mühlen die Einrichtung von der Art, daß man das Getreide vor dem Mahlen nur wenig oder gar nicht mit

Wasser anfeuchtet (einnetzt) und mit einmaligem Aufschütten schon das fertige Mehl erhält (auf einen Zug mahlen), während man bei unsern deutschen Mühlen stark einnetzt und öfters (4—6 mal) aufschüttet, wodurch das Mehl nicht jene Dauer hat wie beim trocknen Mahlen.

Da wir hiedurch die nöthige Erklärung, so viel es der Zweck erheischt, gegeben zu haben glauben, so wollen wir jetzt zur Beschreibung des auf Blatt 54 gezeichneten Wasserrades übergehen.

Bl. 54. Fig. 207 bis 216. Dasselbe ist dargestellt in Fig. 207 als einer ersten verticalen, und in Fig. 208 als einer horizontalen Projection, wobei man sich bei dieser dasselbe mit einer, durch seine Achse gehenden wagrechten Ebene, bei jener mit einer senkrechten Ebene R, R Fig. 208, durchschnitten gedacht hat; ferner in Fig. 209 als einer zweiten verticalen Projection von der Radvorderseite mit Hinweglassung der Schütze, dann in Fig. 210 als einer zweiten horizontalen Projection, wobei man sich das Ganze mit einer wagrechten Ebene S, S Fig. 209 durchschnitten gedacht hat. Die übrigen Figuren sind Detaile.

Das Rad ist ein mittelschlächtiges oder Sackrad mit Ueberfallschütze, und seine Bestimmung ist, zwei Gänge einer verbesserten Getreidemühle zu treiben.

In Fig. 209 und 210 ist die Transmission der Bewegung bis zu den Steinen ersichtlich. A ist die schmiedeiserne Hauptwelle des Wasserrades, auf der das erste conische Rad C aufgesteckt ist, welches in das Getriebe D greift, das auf der schmiedeisernen Königswelle Q nebst dem cylindrischen Rade E aufgezogen ist, in welch letzteres die cylindrischen Getriebe F, F an den Steinachsen G befindlich eingreifen.

Die Königswelle Q setzt sich nach oben durch eine mit ihr verkuppelte andere schmiedeiserne Welle V in die obern Etagen fort, und treibt dort Putzmaschinen ꝛc. Das Getreide, nachdem es durch die Reinigungsmaschinen gegangen ist, fällt von dem obersten Stockwerke durch einen Schlauch M von Leinwand in die Gosse oder den Mühltrichter L, von da in eine Rinne N (bei unsern deutschen Mühlen Schuh genannt) und endlich in die Mühlsteine, welche von einer hölzernen, mit eisernen Reifen gebundenen Zarge (Sarg) umschlossen sind. Das gemahlene Gut geht nun durch hölzerne Rinnen nach den Beutelwerken O, wo das Mehl von der Kleie getrennt wird. Alle Räder, der Pfannenhälter P und Zapfenlager-Gehäuse H sowie die Träger I, letztere in Säulenform ausgeführt, sind von Gußeisen und auf solides Gemäuer gestellt. Alle Räder in so kleinem Maßstabe werden ohne Zähne nur in ihrer Hauptmasse dargestellt und zur schnelleren Uebersicht entweder mit Tusch leicht schattirt oder schraffirt; dann die Theilkreise wie in Fig. 210 bloß gestrichelt oder punktirt.

Das Wasserrad, Fig. 207, 208 und 211, ist ein Staberrad mit Seiten- Bl. 54. Fig. 207 bis 216.
kränzen, welches außer diesem noch zwei aus Felgen gebildete, durch Querriegel verbundene Kränze hat, in welche einerseits die hölzernen Arme eingezapft sind, anderseits aber zum Tragen und Befestigen der innern, den Boden des Rades vertretenden Schaufeln a b Fig. 207 dienen. Fig. 211 ist ein Theil dieser Kränze, von außen angesehen einzeln dargestellt. Die Schaufeln, 48 an der Zahl, bestehen hier aus drei Brettstücken m n, n a und a b Fig. 207, durch welche Kästen, Säcke, Zellen oder Tröge gebildet werden, in welche das Aufschlagwasser über die Schütze K hineinfällt; das Schaufelstück m n heißt wie bei den oberschlächtigen Rädern, Setz- oder Stoßschaufel, n a Riegel- oder Kropfschaufel und a b Grund- oder Bodenstück; man bemerkt, daß zwischen den Grund- oder Bodenstücken ein kleiner Zwischenraum c gelassen ist, der zur Ausleerung der Luft bestimmt ist, welche beim Einstürzen des Wassers in die Zellen mit hineinkömmt. Die Setz- und Riegelschaufeln m n und n a sind in die Seitenkränze stumpf eingesetzt, wie wir es bereits bei den Staberrädern erklärt haben, und werden unter sich und mit den Grundstücken durch eiserne Nägel oder Holzschrauben befestiget; die Kränze werden durch eiserne Schrauben d d zusammengehalten.

Die Arme, sechs an der Zahl, stehen wie beim deutschen Verbande radial und vereinigen sich in der Nabe B, welche in Fig. 212 eigens dargestellt ist. Jeder derselben steht in einer besonderen Vertiefung e und wird durch vier Schrauben gegen die Flügel F fest angedrückt und festgehalten. Das Gerinne J und die Schütze K bestehen aus Schwellen und Brettern von Eichenholz, gehörig untereinander verbunden. Die Schütze K ist kreisförmig concentrisch mit dem Wasserrade, und geht in Falzen von gleicher Krümmung; sie ist ihrer ganzen Breite nach mit eisernen Schienen beschlagen, auf welche zwei scharnierartige Haken geschraubt sind, von welch jedem eine Zahnstange j ausgeht, in welche zwei gleich große Getriebe i i an einer gemeinsamen, in festen Halsbändern g g beweglichen Welle h aus Schmiedeisen befindlich, eingreifen. An dem einen Ende der Welle h innerhalb der Wassermauer ist ein gußeisernes Stirnrädchen k aufgesteckt, in welches ein solches Zahngetriebe greift, an dessen Achse eine Kurbel l ist, mit welcher ein Mann im Stande ist, im Innern der Mühle die Schütze zu reguliren. Fig. 213 — 216 sind Detaile der Vorrichtung zum Reguliren der Schütze im vergrößerten Maßstabe dargestellt.

Bl. 55.
Fig. 217
bis 222.

§. 241.

Mittelschlächtiges Wasserrad mit einem Kropfgerinne in der Hütte zu Abainville im Maas-Departement, von Flachat und Petiet.

Blatt 53. Fig. 217 — 222.

Die Kränze, die Arme und die Welle bestehen aus Gußeisen, die Schaufeln aus Holz; die Schütze besteht auch aus Gußeisen und der Kropf aus Holz.

Fig. 217 und 218 Aufriß, Durchschnitt und Grundriß des Rades.

Fig. 219 die Arme und die Wellkränze sind aus einem Stücke gegossen.

Fig. 220 Seitenkranz.

Fig. 221 Seitenkranz mit Verzahnung.

Fig. 222 mittlerer Kranz, in welchem sich die eisernen Stangen vereinigen, welche ihn mit den beiden Seitenwellkränzen verbinden.

Horizontale Wasserräder.

(Turbinen).

Blatt 55 — 59.

§. 242.

Allgemeine Erklärung.

Das Princip, welches den Turbinen, namentlich denen von Fourneyron, zu Grunde liegt, ist folgendes:

Denkt man sich einen senkrechten hohlen Cylinder mit Wasser angefüllt, so drückt dieses auf den Boden und die Seitenwand, und es wird dieser Druck ein um so stärkerer seyn, je höher die Wassersäule im Cylinder ist. Würde man nun in die krumme Wandfläche des Cylinders Oeffnungen in verschiedenen Höhen anbringen, durch welche man das Wasser nach Belieben ausströmen lassen könnte, so ist klar, daß der Druck des Wassers ein um so größerer seyn wird, je tiefer sich die Ausflußöffnungen unter dem Wasserspiegel gegen den Boden des Cylinders befinden. Würde nun dem durch solch eine Ausflußöffnung austretenden Wasserstrahl irgend ein Hinderniß, etwa eine schiefe Ebene oder krumme Fläche entgegengestellt, so müßte sie, vorausgesetzt daß der von jenem Hindernisse dargebotene Widerstand kleiner ist als die von der Geschwindigkeit abhängende Bewegkraft des Wassers, weggedrängt werden. Es war nun die Aufgabe, dem Cylinder, welcher stets voll mit Wasser erhalten werden muß, eine hinreichende Anzahl von Ausflußöffnungen zu geben, diesen eine gewisse Zahl von Hindernissen entgegenzusetzen und durch deren letzteres wiederholendes Verdrängen eine continuirliche Bewegung zu erzielen. Die kreisförmig fortgehende Bewegung war wie fast überall die geeignetste zu Erreichung dieses Zweckes; allein die Construction eines

Rades hiezu mußte unendliche Schwierigkeiten darbieten, die jedoch von Fourneyron vollkommen beseitigt worden sind.

§. 243.

Fourneyron'sche Turbinen.

Die Fourneyron'schen Turbinen unterscheiden sich wesentlich von den frühern horizontalen Rädern darin, daß, während diese mehr oder wenig spiralförmig gewundene Rinnen oder Schaufeln hatten, jene senkrecht stehende, zwischen zwei Kränze nach Art der Staberräder eingesetzte, oder auf andere Art mit ihnen verbundene, jedoch krumme Schaufeln haben, in welche das Aufschlagwasser durch eigene feststehende, gleichfalls senkrechte krumme Leitwände, auch Leitcurven oder Directionsschaufeln genannt, nach einer bestimmten Richtung eingeführt wird. Die Radschaufeln sowohl als die Directionsschaufeln sind von Eisenblech, sowie überhaupt auch die übrigen Theile des Rades am besten aus Guß- und Schmiedeisen hergestellt werden. Denkt man sich ein Ponceletrad, wie das Blatt 41 und 42 dargestellte, statt vertical horizontal, und das Aufschlagwasser vom Mittelpunkte aus, durch genannte Leitwände geführt, an der kleinsten Kranzperipherie in die Schaufeln von allen Seiten gleichzeitig eintretend, und so, daß selbes, sobald es seine Wirkung vollbracht hat, sogleich an der größern Kranzperipherie aus den Schaufeln wieder entweicht, so hat man eine Idee von einer Fourneyron'schen Turbine. Durch eine Schütze besonderer Art, welche aus zwischen den Leitwänden gutpassenden senkrecht auf- und ab beweglichen unter sich verbundenen Theilen besteht, wird der Wasserzufluß und darch ihn die Geschwindigkeit des Rades regulirt. Um aber unsere Leser mit der Construction der Turbinen gehörig vertraut zu machen, haben wir eine von Fourneyron erbaute mit allen Detailen aufgenommen und deren Beschreibung den nächsten § gewidmet.

§. 244.

Turbine an dem Hüttenwerke Fraisans, erbaut von dem Ingenieur Fourneyron. Bl. 55.

Blatt 55 Fig. 223—229.

Dieses Rad ist das dritte der von Fourneyron ausgeführten Kreiselräder, dasselbe ist in Fig. 223 als einer ersten verticalen Projection, durch die Achse der Königswelle mit einer senkrechten Ebene durchschnitten gedacht, dann in Fig. 224 als horizontale Projection und Fig. 225 als zweite verticale Projection dargestellt, die übrigen Figuren beziehen sich auf Detaile, welche noch gehörig erläutert werden. Fig. 223 bis 225.

Bl. 55. Fig. 223 bis 225. D ist das kreisrunde Schutzbrett mit seinen hölzernen Besätzen, zwischen denen die fixen Curven angebracht sind.

E ist ein hohler Cylinder, in welchem das Schutzbrett spielt, welches, um das Entweichen des Wassers zu verhindern, mit Leder besetzt ist. Dieser Cylinder hat einen breiten umgeschlagenen Rand, und in diesem Rande befinden sich viele Löcher, die zur Aufnahme der Bolzen bestimmt sind, womit der Cylinder auf eine solche Weise, daß keine Erschütterung möglich ist, an dem Fußboden befestigt ist.

c die Welle des Rades; sie ist an ihrem untern Ende mit einem Zapfen p ausgestattet, der sich in einer Pfanne 5 dreht. Diese Pfanne ist in einem gußeisernen Schuhe P angebracht und kann mit Hülfe des eisernen Querstückes 7, des Hebels 9 und der Kette 12, welche auf dem Cylinder 13 aufgewunden wird, gehoben oder gesenkt werden.

F der Boden mit den 12 fixen Curven, welche das Wasser in das Rad unter dem gehörigen Winkel leiten.

f ein gußeiserner Halsring, in welchem der obere Zapfen der Welle mittelst zweier Pfannen und Anwellen an Ort und Stelle erhalten wird. Man sieht diesen Halsring in Fig. 229 einzeln für sich im Grundriß abgebildet.

g ist die Röhre, welche den Boden trägt.

G die Unterlage der Röhre g; sie ist in Fig. 228 mit der aus zwei Stücken bestehenden Zwinge, die die Röhre g zurückhält, abgebildet.

i, i, i, drei eiserne Stangen, welche zum Heben des Schutzbrettes D dienen; sie endigen sich oben in Schrauben, welche durch Schraubenmuttern gehen, die an den Mittelpunkt der drei Räder i', i', i' gekeilt sind. Diese drei Räder greifen in das Centralrad C, welches sich mit gelinder Reibung an dem gußeisernen Halsringe 14 dreht, der im Mittelpunkt der Maschine an das obere Ende der Röhre g gekeilt ist. Jede der drei Schrauben an den Eisenstangen i, i, i, hat einen kleinen Hut, der, wenn das kreisrunde Schutzbrett geschlossen ist, die Schraubenmutter bedeckt und das Abgehen der Räder i', i', i' hindert, wenn man die Kurbel der Schrauben allenfalls länger fortdrehen wollte als nöthig ist.

I ein Getriebe, welches an der senkrechten Welle h, die das obere Winkelrad k' führt, aufgezogen ist. Dieses Getriebe bewegt, wenn es sich dreht, auch das Centralrad C, welches die drei Räder i', i', i', von denen jedes, wie gesagt worden, mit einer Schraubenmutter versehen ist, in Bewegung setzt; da sich nun diese Schraubenmuttern mit den Rädern i', i', i' drehen, so müssen sich die Stangen i, i, i heben oder senken, so daß auf diese Weise das Spiel des Schutzbrettes hervorgebracht wird.

Die Räder i', i', i', oder vielmehr die daran befestigten Schraubenmuttern ruhen auf drei kleinen Walzen a, welche in einer gußeisernen

Fassung (monture) c angebracht sind, so daß also durch diese Einrichtung die zum Bewegen des Schutzbrettes erforderliche Kraft bedeutend vermindert wird. Bl. 56. Fig. 213 bis 225.

m eine an der horizontalen Welle n aufgezogene Kurbel; an derselben Welle befindet sich ein kleines Winkelrad r, welches in das horizontale Winkelrad k' eingreift. Dreht man die Kurbel m, so wird das Schutzbrett gehoben oder gesenkt, und auf diese Weise erhält man die Kraft, die man nöthig hat.

N der Boden des Wasserkastens, unter welchem das Kreiselrad angebracht ist. In diesem Boden befindet sich ein kreisrundes Loch, durch welches der Cylinder E, das Schutzbrett D 2c. gehen. Durch dieses Loch communicirt das von oben kommende Wasser mit der Platte F, an der sich die firen Curven befinden, um sich dann von hier aus in das Rad zu begeben. Der Boden N ist horizontal rings um das kreisförmige Loch, von welchem oben die Rede war, gegen die Schwelle des Schutzbrettes (durch welches, wenn es nöthig ist, das Einströmen des Wassers durch den gewölbten Canal B in den Kasten des Kreiselrades verhindert wird) schief geneigt, damit er mit dieser Schwelle, die für die hölzernen nun aufgegebenen Räder erbaut worden, zusammenpasse.

M Mauern aus behauenen Quadersteinen, die das Becken des Kreiselrades umgeben, und welche zugleich auch einen Theil des Gemäuers des Gebäudes, in welchem sich das Rad befindet, ausmachen.

Q ein Lettendamm, welcher zum Theil aus geschlagenem Mergel, zum Theil aus Steinmörtel besteht und womit der Raum, der sich zwischen der Mauer am Eingange des Wassers und der kreisrunden Einfassung des Beckens des Rades befindet, ausgefüllt ist.

U Gebälk der obern Schutzbretter.

V unteres Schutzbrett. V' eine Fuge in den breiten Seitenmauern, in welchen sich dieses Schutzbrett bewegt. Wenn sowohl dieses Schutzbrett als jenes am Eingange des Wassers U geschlossen ist, kann das Becken des Kreiselrades trocken gelegt werden, damit man die allenfalls nothwendigen Ausbesserungen vornehmen kann. Mittelst dieses Schutzbrettes kann man das Kreiselrad auch so tief tauchen als man will und es auf diese Weise gegen die Fröste schützen, denen es übrigens auch ohne diese Vorsicht nur wenig ausgesetzt ist, indem das Becken leicht geschlossen werden kann.

X Gebälk, auf welchem die Unterlage der Röhre, die den Boden trägt, ruht.

Z Gebälk, auf welchem das Gebläse und sein Mechanismus, sowie der Fußboden des Gebäudes angebracht ist.

x Säulen oder Pfosten des Gebälkes der Windcylinder.

S gußeisernes, auf den Pfosten x befestigtes Gebälk, in welchem die

Bl. 55. Fig. 225 bis 227. Zapfen der eisernen Wellen n und h, an denen sich die Winkelräder k' und r befinden, ruhen.

Y ein Winkelgetriebe, welches durch ein größeres Winkelrad die Bewegung des Rades auf den Mechanismus des Gebläses überträgt.

Das Kreiselrad zu Fraisans, welches in Fig. 223—227 im Grundrisse, Durchschnitte, Aufrisse und in Detailen abgebildet ist, ist aus Eisen gegossen; seine 36 krummen Schaufeln bestehen jedoch nicht aus einem Stücke mit den Scheiben und dem sphärischen Boden, sondern sie sind aus starkem Eisenblech und durch Zapfen und Schrauben an hervorstehenden Rändern befestigt, die zu diesem Behufe an den beiden Scheiben angebracht sind. Der Boden F wurde auf gleiche Weise gebaut, und die firen Curven, die er führt, sind mittelst Bolzen und Schraubenmuttern daran befestigt.

Die Zusammensetzung und Verbindung der Theile mittelst Bolzen und Schraubenmuttern mit hervorragenden Köpfen ist bei Rädern dieser Art, bei welchen das Wasser, indem es während des Fortgleitens wirkt, in seinem Laufe auf kein Hinderniß treffen soll, mangelhaft. Fourneyron sagt: „Mein Modell hatte diesen Fehler nicht; allein die Gießer, denen ich die Ausführung anvertraute und die mich anfangs versicherten, sich nach meiner Angabe richten zu wollen, zwangen mich nach langem Warten der Vereinigung durch Bolzen, die sie mir vorschlugen, meine Zustimmung zu geben, indem sie fürchteten, meine Anordnungen würden beim Gusse so viele Schwierigkeiten machen, daß derselbe ganz mißlingen könnte. Die Köpfe hätten wenigstens so gearbeitet seyn sollen, daß sie keine Vorsprünge gebildet hätten; allein auch diese Vorsicht wurde nicht befolgt."

Fig. 225 und 227. Das nach den oben angedeuteten Principien gebaute Rad hat in der Mitte ein cylindrisches Loch o, o, wie man aus Fig. 223 und 227 sieht, An dem Umfange dieses Loches befinden sich vier hervorragende Leisten, die von der obern Oberfläche bis auf eine Entfernung von 0,05 Meter vom untern Rande des Loches oder des Rohres des Rades laufen. In dieses Loch oder Rohr paßt von unten, und zwar so daß es einen Körper mit demselben ausmacht, ein gußeisernes cylindrisches Gehäuse 1, 1, welches außen vier Einfalzungen hat, die mittelst der vier hervorragenden Leisten das Rad aufnehmen und tragen.

Im Innern hat das Gehäuse 1, 1 ein kegelförmiges Loch, dessen breite Basis nach unten gerichtet ist. Dieses sehr genau ausgedrehte Loch nimmt eine Zwinge oder einen Ring 2, 2 auf, der nach der Richtung der Achse in zwei gleiche Theile getheilt und nach außen kegelförmig, wie das Innere des Gehäuses 1, 1, innen hingegen nach der cylindrischen Form der Welle e des Rades abgedreht ist.

Dieser Einrichtung gemäß wird die Welle von der Zwinge oder dem

Ringe 2, 2 umfaßt, welcher auf der an dem untern Theile dieser Welle befindlichen Randleiste ruht, und selbst wieder in dem an das Rad gekeilten kegelförmigen Gehäuse 1, 1 enthalten ist. Bl. 55. Fig. 223 bis 228.

Die Welle ist daher vollkommen gerade und in der Mitte fixirt, wenn das Gehäuse 1, 1 mit den gehörigen und bekannten Vorsichtsmaßregeln in das Loch o, o gekeilt worden. Man kann daher das Rad schnell von der Welle abnehmen, wenn man dasselbe einige Zoll hoch emporhebt und die Welle, so wie den aus zwei Stücken bestehenden Ring, den man in Folge seiner kegelförmigen Gestalt leicht nachlassen kann, nach abwärts bewegt. Die beiden Theile des Ringes bewegen sich von der Stelle ab, wo dann das Loch oder das Rohr des kegelförmigen Gehäuses 1, 1 den Halsring oder die Schulter der Welle durchtreten läßt, so daß man das Rad also auf diese Weise abnehmen kann.

Da sämmtliche Theile durch abgerundete Gefüge mit einander in Verbindung stehen, so könnte sich das Rad auch ohne die Welle umdrehen. Um es daher damit zu verbinden und die winkelige Bewegung des einen von jener des andern abhängig zu machen, sind, wie man aus Fig. 227 sieht, in den Gefügen vier eiserne Zapfen (languettes ou prisonnieurs) angebracht, und zwar, daß in jedem der Theile, die einander berühren, je die Hälfte derselben eingepaßt ist.

Die Verbindung des Bodens F mit der Röhre g, welche denselben trägt, ist beinahe auf dieselbe Weise vermittelt; nur führt hier der Boden F selbst einen Kegel, der als Gehäuse für den aus zwei Stücken bestehenden Ring 3, 3, Fig. 223, 224 und 226 dient. Dieser Ring oder diese Zwinge ist in der Mitte erweitert und berührt daher nur an seinen beiden Enden die Röhre, welche den Boden trägt. Auch diese Röhre ist mit zwei eisernen Zäpfchen ausgestattet, damit sich der Ring oder die Zwinge nicht in Folge der Einwirkung des Wassers auf die Leitungscurven drehen kann. Der Ring oder die Zwinge ist in den Kern des Bodens F gekeilt und beide werden durch zwei Leisten, die jede Winkelbewegung des Bodens an der Röhre hindern, festgehalten.

Fig. 226 zeigt den Boden F von unten, und zwar mit den 12 Rippen F', die demselben größere Festigkeit geben. An dem obern Theile des Kerns und des Ringes oder der Zwinge ist ein hölzerner Ring 4, 4 befestigt, welcher die Form eines abgerundeten Wulstes hat, damit die Contraction, welche das Hervorragen dieses Kerns an der Röhre erzeugen würde, zum Theil vermieden wird.

Die Construction der Unterlage G der Röhre g, die den Boden trägt, ist aus Fig. 223, 225 und 228 ersichtlich; nur wurden auch

Bl. 55. Fig. 223 bis 229. an diesem Theile dieses großen Kreiselrades zur Verhinderung der Umdrehung der Röhre g und des Bodens F Zäpfchen (Mitnehmer) angebracht.

Unter den neuen Einrichtungen, durch welche sich dieses Rad von frühern unterscheidet, befindet sich auch der Apparat, durch welchen das Rad gehoben und gesenkt werden kann, um den Unordnungen, welche allenfalls durch die Abnützung des Zapfens p der Welle e entstehen könnten, zu begegnen.

Der Körper des Schuhes P ist seiner äußern Form nach viereckig und wird durch Schrauben auf seiner festen Unterlage gehalten. Er enthält eine messingene Pfanne 5 mit einer stählernen Spurplatte, in welcher sich der Zapfen p der Welle dreht. Diese außen cylindrisch abgedrehte Pfanne paßt mit gelinder Reibung in einen ausgedrehten Ring 6, in welchem sie sich nach der Richtung der Achse des Rades senkrecht auf- und niederbewegt. Dieser von außen viereckig geformte Ring ist fest in den Schuh gekeilt, der selbst wieder fest an den Boden des Laufes gebolzt ist.

Unter der Pfanne befindet sich ein Falz, in welchen ein starkes, horizontales, eisernes Querstück 7 paßt. Dieses Querstück hat einen Zapfen, welcher mittelst zweier anderer eiserner Stücke 8, von denen jedes senkrecht an einem Hebel 9 aufgehenkt ist, die Pfanne, deren Umdrehung er verhindert, den Zapfen, und folglich die Welle und das Rad trägt.

Die beiden gußeisernen Hebel 9, von denen sich der eine zur rechten und der andere zur linken Seite des Rades befindet, sind an einer gemeinschaftlichen eisernen Achse 10 aufgezogen, und diese Achse kann sich auf Pfannen schwingen, die auf zwei Wangen oder Pfosten 11, welche mit dem Schuhe P aus einem Stücke gegossen wurden, zusammengefügt sind.

An dem der Achse entgegengesetzten Ende sind die Hebel durch ein Querstück oder durch einen Bolzen so mit einander verbunden, daß sie sich weder von einander entfernen, noch auch sich gegenseitig nähern können. Dieses Querstück steht durch einen mit einem Vorstecknagel geschlossenen Haken mit zwei Ketten 12 in Verbindung, und diese Ketten rollen sich auf einen kleinen Cylinder 13 auf, der an seinen Enden mit einem Sperrrade versehen ist. Je nachdem nun diese Ketten mittelst eines eisernen Hebels auf- oder abgewunden werden, wird das Rad gehoben oder gesenkt, so daß dasselbe also auf diese Weise in jeder geeigneten Höhe gestellt werden kann, gleichwie dieß auch an den Läufern der Mahlmühlen geschieht.

Dieses Kreiselrad wird durch das Aufziehen der Schütze D auf dieselbe Weise, wie die andern Wasserräder in Bewegung gesetzt. Will man es nicht mehr tauchen, als es von Natur aus getaucht ist, so öffnet man sowohl stromaufwärts als stromabwärts die Schutzbretter ganz. Der Be-

hälter oder Kasten füllt sich bis zu der Höhe, welche der Ausfluß dem Bl. 35.
Wasser zu erreichen gestattet; diese Höhe ist bei dem gewöhnlichen Ausfluß oder Verbrauch von 1,50 bis 2 Meter in der Secunde beinahe jener des Wasserbeckens gleich, und fällt bei einem Ausfluß von 5 Kubikmetern in der Secunde nur um 0,05 Meter. Ein solcher Ausfluß ist jedoch nur dann nöthig, wenn das Wasser, indem es um mehrere Meter um sein gewöhnliches Niveau steigt, die Höhe des Wasserspiegels über dem Boden des Kastens um das Vierfache oder darüber steigen macht. Der Canal kann daher unter diesen Umständen eine weit größere Menge Wasser abfließen lassen, ohne daß die Höhe des Wasserstandes in demselben eine Veränderung erleidet.

Wenn der Kasten oder Behälter **A** mit Wasser gefüllt ist, so dreht man die Kurbel m von Links nach Rechts, um dadurch das Schutzbrett zu heben und eine Verbindung zwischen dem obern und untern Wassercanal herzustellen. Da das in den Fächern des Bodens F enthaltene Wasser nicht von einem Niveau zum andern übergehen kann, ohne auf die Schaufeln zu wirken, so wird es folglich das Rad in Bewegung setzen und ihm eine gewisse Kraft mittheilen, welche mittelst des Getriebes **Y** weiter fortgepflanzt werden kann.

§. 245.

Turbine nach Fourneyron'schem Princip, in der Fabrik des Hrn. Schönfeld in Westphalen construirt und ausgeführt von Carliczek.

Blatt 56. Fig. 232—238. Bl. 56.

Unter den deutschen Staaten war Preußen einer der ersten, wenn nicht der erste, in welchem, sobald Fourneyron's Erfindung bekannt geworden war, hierüber Versuche im Großen angestellt wurden.

Hr. Schönfeld, Fabricant in Herford, ließ schon im Jahre 1834 eine Turbine für seine Fabrik nach Fourneyron's Principien herstellen, die erste in Deutschland, welche ohne Beiziehung Fourneyron's ausgeführt wurde, aber leider gänzlich mißlang; dieß lag theils in einigen Mißgriffen, welche bei der Bestimmung des Gefälls und der Wassermenge gemacht wurden, theils wurde es auf Rechnung der verfehlten Schaufelconstruction, dann der Schütze und auf ein viel zu ängstliches Festhalten an Fourneyron's Angaben geschrieben. Hr. Schönfeld ließ sich durch das Mißlingen seiner Turbine nicht irre machen und schickte einen Techniker,

Bl. 56. Hrn. Carliczek, an Orte hin, wo Fourneyron'sche Turbinen schon ausgeführt oder im Bau begriffen waren, und übertrug nach dessen Zurückkunft demselben den Um- oder Neubau seiner Turbine.

Hr. Carliczek stellte die nöthigen Berechnungen und Entwürfe hiezu her, welche dem schon genannten Hrn. Director Dr. P. Egen zur Revision vorgelegt und mit einigen Modificationen von ersterm glücklich vollendet wurden. Beschreibung und Zeichnung dieses Kreiselrades sind in den Verhandlungen des preußischen Gewerbvereins sechszehnten Jahrgangs enthalten, von wo wir sie, sowie die von Dr. P. Egen dort aufgeführte Geschichte der Erbauung dieses Rades nebst den Modificationen und Erläuterungen entlehnt und hier aufgenommen haben.

Fig. 232. „Das Wasserrad d Fig. 232 hat 42 Schaufeln aus Blech von $1/8''$ Dicke. Jede Schaufel besteht aus einem Stück Blech und ist über einen eigens dazu gefertigten Sattel aus Gußeisen so gebogen, daß die an derselben befindlichen Ansätze auf der entgegengesetzten Seite der von dem Wasser zunächst getroffenen Fläche liegen. Das Biegen wurde dadurch etwas umständlicher, auch mußten in die Ansätze drei Einschnitte gemacht werden Fig. 233, die nach dem Biegen dreieckige leere Räume bildeten. Der dadurch entstandene Uebelstand wurde reichlich dadurch aufgewogen, daß das Wasser bei der ersten kräftigsten Wirkung gegen eine gerade Fläche drückt.

Die Befestigung der Schaufel geschah durch acht Schrauben mit Muttern, sie sind $5/16''$ dick und vier davon befinden sich auf der untern, vier auf der obern Kreiselfläche. Die Schraubenköpfe, über die das Wasser hinweggleitet, wurden zwar rund bestellt, wie in der Zeichnung angegeben, jedoch vierkantig ausgeführt, dabei aber so flach, daß sie die Wirkung des Wassers nur sehr wenig beeinträchtigen können. Die Kreiselscheibe d ist auf die abgedrehte Königswelle e von Gußeisen durch zwei Keile befestigt; unter der Nabe sitzt noch ein schmiedeiserner Ring, der durch drei einzöllige Schrauben an der Königswelle e festgeschraubt ist. Die Königswelle e ist offenbar zu massiv, wurde jedoch von dem alten Kreiselrade benützt.

Die Leitscheibe F hat 28 Leitcurven aus $1/8''$ starkem Blech, die Befestigung derselben ist wie bei den Schaufeln des Rades. Um jedoch das Wasser auf einer möglichst geraden Fläche ausströmen zu lassen, ist in die Leitscheibe F eine vertiefte Fläche $1/8''$ tief eingedreht, in der die Ansätze der Curven liegen. Die Befestigung der Leitscheibe F an das schon vorhandene Rohr g geschah durch einen Keil und durch zweizöllige Schrauben wie in Fig. 232 angegeben ist.

Auf der Leitscheibe F ruht der Schützenring, der sich in einem in Fig. 237 im Grundriß gezeichneten ausgebohrten Ring E auf- und abwärts bewegen läßt. Die Dichtung geschah durch einen $^{1}/_{4}$″ dicken Streifen aus Leder, der durch einen ihn umgebenden $^{1}/_{8}$″ dicken, 3″ breiten Reif aus Schmiedeisen und durch 16 Stück $^{1}/_{2}$zöllige Schrauben an den Schützenzug befestigt ist. Bl. 56. Fig. 232 bis 238.

In dem Schützenzuge X befinden sich zwischen je zwei Leitcurven die zur Leitung des einströmenden Wassers dienenden Hölzer D, Fig. 232 im Längenschnitt und in Fig. 233 im Querschnitt gezeichnet. Die Befestigung derselben geschah durch vier Schrauben von beiläufig $^{1}/_{4}$″ Dicke. Das Heben und Senken des Schützenzuges geschieht mittelst einer flachgängigen Schraube durch ein in derselben auf- und abgehendes Kreuz g, Fig. 232 und Fig. 234, und durch drei Schützenstangen i, die mit dem Schützenzug und mit dem Kreuz g durch zwei Schrauben verbunden sind. Die Bewegung der Schraubenspindel h geschieht durch ein doppeltes Getriebe, und zwar so, daß sich der Schützenzug beim einmaligen Umdrehen der Kurbel um $^{1}/_{16}$″ hebt oder senkt.

Das Wasserrad d läuft mit der Königswelle e auf einem stehenden Zapfen p. Die Einrichtung desselben ist in Fig. 232 und Fig. 238 näher angegeben. Sie besteht aus einem im Zapfenlager, Fig. 232 und Fig. 235 durch zwei Keile befestigten Unterzapfen aus Schmiedeisen, in welchem, Fig. 232 und Fig, 238 der eigentliche Zapfen aus Gußstahl sitzt. Ueber demselben befindet sich die Stahlplatte, welche in einer in die Königswelle e eingepaßten messingenen Büchse sitzt. Die Befestigung der Stahlplatte in der messingenen Büchse und des Zapfens an dem Unterzapfen geschieht durch zwei Stifte Fig. 238. Das Lager liegt auf zwei Sandsteinen von 3′ 8″ Länge, 20″ Breite und 15″ Dicke, die des Verbandes wegen noch von vier Steinen von gleichen Dimensionen umgeben sind; befestigt ist dasselbe durch vier Ankerschrauben von $1^{1}/_{2}$″ Dicke. Die Steine ruhen sämmtlich auf Pfählen und gewähren eine sehr feste Basis, da sie von feinem Sand dicht umgeben sind. Zum Schmieren des Zapfens befindet sich zunächst in dem Unterzapfen eine Oelkammer, Fig. 232 und Fig. 238; das Oel gelangt durch das Speiserohr, Fig. 232 und Fig. 236, in dieselbe und dadurch unter den Zapfen. In letzterem sind drei spiralförmige Nuthen Fig. 238 eingehauen, durch die das Oel unter die Stahlplatte gelangt. Um das Verstopfen der Nuthen zu vermeiden, sind solche auch in den Unterzapfen von der Oelkammer aus, und eine größere Nuth in die in der Königswelle eingepaßte messingene Büchse eingearbeitet. Damit die in der Oelkammer befindliche Luft beim Füllen mit Oel nicht

Bl. 56. Fig. 232 und 236. comprimirt werde, und dadurch das Einströmen des Oels verhindern könne, ist in der Stahlplatte und in der Königswelle eine Oeffnung eingebohrt, durch welche die Luft entweichen kann. Ist die Oelkammer und die in der Königswelle eingebohrte Oeffnung mit Oel gefüllt, so wird letztere bei der Ausmündung oberhalb durch einen Korkstöpsel dicht verschlossen. Damit dieß geschehen könne, ist über der Leitscheibe F in dem Rohre g eine Oeffnung eingehauen, die beim Gange des Rades durch einen hölzernen Stöpsel verschlossen wird. Bei starkem Gebrauche des Rades könnte die den Zapfen umgebende Büchse ausgeschliffen und undicht werden, eine natürliche Folge wäre dann die, daß das Oel herabflösse und das Wasser hineindränge. Um dieß zu verhindern, ist unter der Königswelle e noch eine Dichtung angebracht. Sie besteht aus einer ledernen Scheibe, die durch einen schmiedeisernen Ring von $\frac{1}{4}''$ Dicke und durch zwei $\frac{3}{4}$zöllige Schrauben an die untere Fläche der Königswelle angepreßt wird. Zum Ueberfluß ist noch die messingene Büchse und der lederne Ring abgereist und in die dadurch entstandene dreieckige Ringöffnung ein dünner Hanfstreifen eingelegt worden. Ob eine hermetische Dichtung anzurathen sey, wird die Folge entscheiden.

Da Zapfen p und Stahlplatte aus Gußstahl gefertigt und gut gehärtet sind, so ist nicht zu erwarten, daß sie stark abgenutzt werden, und der sich absetzende Schmutz kann sich dann in den Zwischenraum zwischen Stahlplatte und Zapfen und in die in der messingenen Büchse eingehauene größere Nuth absetzen. Freilich muß der Zapfen mindestens alle zwei Monate untersucht und nöthigenfalls gereinigt werden. Die Einrichtung des in den Unterzapfen eingeschraubten Speiserohrs zeigt Fig. 236; die Dichtung geschah durch einen ledernen Ring a. Das in den Unterzapfen eingeschraubte Stück ist aus Rothguß, das Speiserohr aus dünnem Kupfer.

Soll bei etwaigen Reparaturen der Zapfen untersucht oder gegen einen neuen ausgetauscht werden, so muß das Rad mit der Königswelle in die Höhe gehoben werden können. Zu diesem Zwecke ist oberhalb in der Königswelle eine $1\frac{1}{2}''$ starke Schraube q 6″ tief eingeschraubt. In dieser ist ein Auge eingearbeitet, durch welches eine schmiedeiserne Stange von $1\frac{3}{8}''$ Dicke durchgesteckt, und Fig. 232, also auch die Königswelle durch zwei Schraubenbolzen gehoben wird. Das Wasserrad kann 4″ gehoben werden, was vollkommen ausreicht.

Wie man aus der Zeichnung ersieht, steigt das Unterwasser gegenwärtig bei 47 Kubikfuß Wasserconsumtion bis 6″ über die Unterkante der Fachbäume; es entsteht dadurch beim Gange des Rades ein starkes

Drängen des Wassers unter den Fachbäumen, was die Wirkung des Rades nothwendig schwächt. Diesem Uebelstande wird im nächsten Frühjahr durch eine dreifache Erweiterung des Untercanals abgeholfen werden, und erst dann kann das Wasserrad bei 6 Fuß Gefälle seinen größten Effect erreichen. Bl. 56.

Die Construction, in Fig. 233 aufgeführt, ist folgende: Fig. 233.

Um die Leitcurven zu bestimmen, legte man an den Radius a c den Winkel b a c $= \alpha = 60^0$, und zog die Linie b c, dann ist: b a c $=$ b c a $= \alpha = 60^0$. Aus dem Endpunkte der Leitcurve zog man ferner f g parallel zu a c und errichtete in den Punkten f und g die Normalen f h und g h auf der Linie a b und b c, und man erhielt dadurch den Schneidungspunkt h als Centrum des Kreises, der in f und g an die Linien a b und b c tangirt, und zog den Kreisbogen f d g, der die Richtung der Leitcurve angibt. Um die Schaufelconstruction zu finden, legte man an die innere Peripherie des Rades in a eine Tangente a o, machte, da sich das Rad mit halber Geschwindigkeit bewegen soll, a o $= \frac{1}{2}$ a b, vollendete das Parallelogramm a b d o und zog die Diagonale a d, welche die Richtung angibt, in der das Wasser in das Rad einströmt. Soll das Wasser ohne Stoß in die Schaufeln treten, so muß das erste Element derselben an a d tangiren, also der Mittelpunkt der Curve in der Normale a i liegen. Construirt man, wie es hier geschehen ist, die Schaufeln aus Kreisbögen, so ist zunächst die Länge a i, oder der Radius des ersten Kreisbogens zu bestimmen.

Wie schon bemerkt, strömt das Wasser aus den Leitcurven während des Ganges des Rades in der Resultante a d in das Rad, während es beim Stillstande desselben in der Richtung a b einströmen würde. Der Winkel, den der einströmende Wasserstrahl mit der ihm von den Leitcurven ertheilten Richtung bildet, ist demnach b a d $= \beta = 24^0$. Sollen die Schaufeln keinen Stoß erleiden, so müssen sämmtliche Wasserfäden unter einem Winkel $= \beta = 24^0$ die Schaufeln treffen. Ist w der Mittelpunkt der nächsten Leitcurve, so ist s t normal auf s w gezogen. Die Richtung des Wasserfadens, der von der zweiten Leitcurve bedingt ist, wird in t den Punkt geben, aus dem der Wasserkeil s t f zwischen den beiden begränzenden Leitcurven in das Rad strömt. Zieht man nun aus t die Linie t u, so gibt diese die Richtung des letzten Wasserfadens an, der in die erste Schaufel einfallen kann; die Schaufel wird demnach in der Fläche a u von dem Wasser getroffen. Zieht man ferner den Radius i u und an u auf i u eine Normale u v, so ist diese eine Tangente an den Punkt u der Schaufel und t u v der Winkel, unter dem der letzte Wasserfaden die Schaufel trifft. Soll derselbe, also auch der ganze

Bl. 56. Fig. 255. Wasserkeil u t a, die Schaufel ohne Stoß treffen, so müßte der Winkel t u v = β = 24° seyn. Dieß läßt sich in der Ausführung schwerlich erreichen, auch wird der einfallende Wasserkeil von seiner Richtung beim Eintritt in das Rad gleich abgelenkt; die Schaufelconstruction muß jedoch so eingerichtet werden, daß sich β und γ nicht viel von einander unterscheiden, und daraus folgt, daß der Radius a i für den ersten Bogen der Schaufel so groß als möglich genommen werden muß. Bei diesem Rade wurde a i als Maximum = 5″, und daraus ergab sich γ = 56°. a i noch größer zu nehmen hielt man nicht für vortheilhaft, weil sich dann die Kranzbreite zu groß ergeben hätte.

Die Kranzbreite und der Mittelpunkt für den Bogen o r der Schaufel wurde versuchsweise bestimmt, und man fand eine Kranzbreite von 9½ Zoll für passend, theilte die Theilung k l zweier Schaufeln in zwei gleiche Theile, k m und m l, zog den Radius m c, und den Bogen r m, mit dem Radius m n tangirend, an die äußere Peripherie k l des Rades und an den Bogen r a der Schaufel. Nach der Ausführung fand man, daß sich die Radhöhe im Lichten für die geringe Entfernung der Schaufeln am letzten Element zu groß ergeben hätte; es wurde daher von der Schaufel ein Stück o m abgeschnitten, und zwar, um bei der Ausführung ein bestimmtes Maß angeben zu können, so viel, daß die lothrechte Entfernung o p zweier Schaufeln genau 1½″ betrug. Der Winkel, den das letzte Element der Schaufel mit einer an den Umkreis gezogenen Tangente bildet, ist dann klein genug, er beträgt nur 6°—8°.

Die genaue Schaufelhöhe wurde aus der Entfernung o p und aus der Geschwindigkeit des Rades an der äußern Peripherie bestimmt. Wie schon früher bemerkt, mußte die Schaufelhöhe mindestens 10″ betragen. Da sich das Rad in der innern Peripherie mit der halben Geschwindigkeit des einfallenden Wassers bewegen soll, so ist seine Geschwindigkeit in der innern Peripherie $= \frac{1}{2} \cdot 2\sqrt{gh} = \sqrt{gh} = \sqrt{15{,}63 \cdot 6} = 9{,}6'$ in der Secunde. Bei verschiedenen Peripherien verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Durchmesser; also wenn x die Geschwindigkeit in der äußern Peripherie bedeutet: $9{,}6 : x = 4{,}66 : 6{,}25$

$$x = \frac{9{,}6 \cdot 6{,}25}{4{,}66} = 12{,}8' \text{ in einer Secunde.}$$

Hat das Wasser in den letzten Elementen der Schaufeln Null-Geschwindigkeit, wie man es von der Schaufelconstruction erwartete, so ist, wenn o den Querschnitt sämmtlicher Austrittsöffnungen und k die Contraction bezeichnet, die consumirte Wassermenge = o k . 12,8, also wenn das ganze Wasser verbraucht wird, 50 = o k . 12,8. Die Entfernung zweier Schaufeln ist 1½″, also die Breite sämmtlicher Austrittsöffnungen

$= 42 \,.\, 1\frac{1}{2}'' = 63'' = 5{,}25'$. Bezeichnet y die Schaufelhöhe, so ist ferner: $o = 5{,}25 \,.\, y$; also wenn man, da die Schaufeln conische Mündungen repräsentiren, die Contraction zu 0,8 annimmt: Bl. 56. Fig. 233.

$$50 = 5{,}25 \,.\, y \,.\, 0{,}8 \,.\, 12{,}8$$

$$y = \frac{50}{5{,}25 \,.\, 12{,}8 \,.\, 0{,}8} = \frac{50}{53{,}76}$$

$= 0{,}93' = 11{,}6$ wofür $11''$ angewendet wurden.

§. 246.

Geschichte des ersten in Preußen erbauten Kreiselrades.

Von Hrn. Dr. und Professor Egen, Director der Real- und Provincialgewerbschule in Elberfeld.

Die in der zweiten Lieferung der Verhandlungen des preußischen Gewerbvereins von Hrn. Fabrik- und Commissionsrath Wedding und Hrn. Carliczek bekannt gemachten Versuche und Bemerkungen über Kreiselräder werden ihren gemeinnützigen Zweck nicht verfehlen. Meine mehrseitige Beschäftigung mit der Theorie und Ausführung dieser Räder macht es mir möglich, ergänzend, vielleicht auch in einigen Punkten berichtigend einen Beitrag zur richtigen Würdigung dieser neuen Art von Wasserrädern zu liefern, den ich bei dieser Gelegenheit den Gewerbtreibenden unsers Staates nicht glaubte vorenthalten zu dürfen.

Ich werde meine Bemerkungen an die Geschichte des Herforder, erst verfehlten, später gelungenen Radbaues knüpfen, und ich halte dafür, daß die erste Periode eben so lehrreich ist als die zweite.

Hr. Schönfeld besuchte mich im Jahr 1834, um mit mir in Ueberlegung zu nehmen, was für ein Wasserrad er am zweckmäßigsten für seine neu zu errichtende Flachsspinnerei in Herford bauen solle. Ich rieth, in Betracht aller Verhältnisse, unbedingt zu einem Poncelet'schen Rade. Im Jahr 1832 baute Hr. Dünweg, zu Wupperfeld, unter besonderer Begünstigung des Hrn. wirklichen geheimen Ober-Regierungsraths und Directors Beuth und nach meiner Anweisung, ein solches Rad, das bei 4' 4'' Höhe des Oberwasserspiegels über dem niedrigsten Punkte des Rades, wobei es jedoch bei mittlerem Wasser stark 8'' im Unterwasser badet, und bei 75 K., Wasserverbrauch sechs Mahlgänge treibt, wovon die Weizengänge in der Stunde 3 Schäffel vermahlen. Die verwendete reine Kraft beträgt also gegen 24 Pferdekraft. Da nun die rohe Wasserkraft kaum 36 Pferdekraft ausmacht, so ergibt sich ein Nutzeffect von 60 bis 67 Proc. Das Rad hat sich bis diesen Augenblick vollkommen bewährt, es arbeitet

zuweilen bei 2′ und mehr Stauwasser, ohne mehr an seinem Effect einzubüßen als die Verminderung des Gefälles bedingt.

Hr. Schönfeld ging auf meine Vorschläge ein, ließ von einem Techniker Gefälle und Wasserzufluß aufnehmen und den Plan zu einem Poncelet'schen Rade entwerfen. Derselbe sollte mir, laut Absprache, zur Begutachtung zugeschickt werden. Statt dessen wurde mir im Herbst 1834 brieflich gemeldet, daß mir Hr. L., Director einer benachbarten Maschinenfabrik, gern den Entwurf zu dem Poncelet'schen Rade mittheilen werde, wenn ich ihn darum ersuche; daß aber von Berlin aus statt des Poncelet'schen Rades ein Fourneyron'sches in Vorschlag gebracht worden sey, welches 80 Proc. Nutzeffect liefern werde, während jenes nur 60 zu leisten vermöge. Ich zog mich nach dieser Mittheilung zurück.

Im August 1835 kam ich auf meiner Reise durch Herford, besuchte Hrn. Schönfeld, und sah hier die Theile des Fourneyron'schen Rades, mit deren Aufstellung man beschäftigt war. Ich verhehlte vor Hrn. Schönfeld und Hrn. Carliczek, der bei dem Aufbau des ältern Rades schon in Herford anwesend war, nicht meine Zweifel an dem Gelingen des Rades. In meinem Reiseberichte, der gegen Ende Octobers niedergeschrieben wurde, drückte ich mich darüber wörtlich also aus: „Das Fourneyron'sche Rad beruht mit dem Poncelet'schen auf derselben Theorie. Ich zweifle aber sehr, ob die Wasserfaden in dem Fourneyron'schen Rade (nach den bis dahin von ihm gegebenen Vorschriften über die Construction der Leitcurven) den Weg nehmen, den die Anwendung der Theorie ihnen vorschreibt. Die französischen Versuche über den Effect kommen mir sehr zweifelhaft vor. Hr. Schönfeld wird noch viele Schwierigkeiten zu besiegen haben, bevor sein Etablissement ihm gewinnbringend wird."

Und wirklich konnte die Meinung dessen, der die Fourneyron'schen Erörterungen, Vorschriften und Versuche mit Aufmerksamkeit und einiger Sachkenntniß studirt hatte, nur sehr ungünstig ausfallen. Regeln ohne alle Begründung und voller Willkür, Versuchsresultate, die sich theils widersprechen, anderntheils augenscheinlich übertrieben sind: solche Dinge sind wenig geeignet Zutrauen einzuflößen. Allerdings trifft diese Verdächtigung mehr den Erfinder als seine Erfindung selbst, und es ist kein geringes Verdienst der Männer, welche das Herforder Experiment veranlaßt haben, im Inlande Unwerth und Werth der Fourneyron'schen Theorie und seines Wasserrades zur entscheidenden Prüfung brachten.

Anfangs December 1835 schrieb mir Hr. Schönfeld, daß sein Rad gänzlich mißrathen sey. Nach der im Jahre 1834 geschehenen Aufnahme sollte dem Werke ein Gefälle von $5^3/_4$′ und ein Wasserzufluß von 64 K.′ zu Gebote stehen. Nach diesen Annahmen, und nach der von Fourneyron

aufgestellten praktischen Regel (Dinglers polytechnisches Journal Bd. LIII. S. 274 seq.) war das Rad genau construirt worden und gut ausgeführt. Es betrug der innere Durchmesser 6,03′, der äußere Durchmesser 7,43′. Das Rad hatte 24 Schaufeln, von 10″ Höhe, die freilich, trotz der treuen Befolgung von Fourneyron's praktischen Vorschriften, am äußern Umfange mit der Tangente einen Winkel von 40° bildeten. Es waren acht Leitcurven vorhanden, die mit der Tangente einen Winkel von 30° einschlossen. Das Rad badete ganz im Unterwasser und sollte in der Minute 32 Umläufe machen. Man hatte auf eine Kraft von 32 Pferden gerechnet und darnach die übrigen Einrichtungen getroffen. Nach den Versuchen des Hrn. Carliczek machte das Rad, leer gehend, nur 27 Umläufe, und bei 12 Umläufen und 50 K.′ Wasserverbrauch hatte die erste Betriebswelle nur eine Kraft von fünf Pferden.

Die Meinungen über den Grund des Mißlingens waren getheilt. Der Erbauer selbst hatte das Rad ganz aufgegeben. Ein anderer glaubte, die Schuld liege an der unrichtigen Ermittlung des Gefälles und Wasserzuflusses (4¾′ und 50 K.′ statt 5¾′ und 64 K.′), sowie an der daraus hervorgegangenen unrichtigen Bestimmung des innern und äußern Raddurchmessers. Ein Dritter meinte, das Wasser werde zu stark von den 12′ hohen Fachbäumen eingeklemmt; man möge dieselben mit gußeisernen austauschen, und dann noch die Höhe der Schaufeln verringern (sie hatten 10″ Höhe und sind im neuen Rade 11″ hoch geworden). So stand diese Angelegenheit, als ich gegen Ende December 1835 von dem wirklichen geheimen Ober-Regierungsrath und Director Hrn. Beuth den Auftrag erhielt, eine Reise nach Herford zu machen, um das Rad und seine Fehler genau zu untersuchen, wozu mich auch schon Hr. Schönfeld aufgefordert hatte. Meine Ansicht über die Fehler des Rades habe ich schon oben angedeutet, und sie ist durch den Erfolg vollkommen bestätiget worden. Der eine Fehler bestand nämlich darin, daß die Schaufeln mit dem äußern Radumfange einen zu großen Winkel einschlossen; aber dieser Fehler war der bei weitem geringere. Jede Leitcurve stand mit ihrem Ende, senkrecht gemessen, 11″ von der converen Seite der nächsten Curve ab, die Schütze wurde höchstens 4½″ gezogen, die Schützenbretter waren nur 3″ Zoll dick, und reichten an der converen Seite der Leitcurve bei weitem nicht bis zum Fußpunkte der senkrechten, welche vom Ende der benachbarten Curve auf diese convere Seite gefällt wird. Unter diesen Umständen mußte der Wasserstrahl im größten Theile seine Breite eine andere Richtung annehmen als ihm die Leitcurven anweisen sollten. Darin lag der Hauptfehler.

In dieser Ansicht beorderte ich, vor meiner Reise nach Herford, daß

erstens in die Schaufeln nach außen zu Holzkeile von solcher Form gesetzt werden, daß ihre Seitenfläche im Innern mit der Schaufelfläche selbst eine continuirliche Curve bilde, die den Winkel am Radumfang von 40° auf 18° verringere. Diese Anordnung wurde genau ausgeführt. Zweitens ersuchte ich, man möge die Schützendicke von 3″ auf 8″ verstärken, und schrieb die Form vor, wie die untere Seite sollte abgerundet werden. Ob auch diese Anordnung genau ausgeführt worden, habe ich nicht untersuchen können, und ich möchte fast daran zweifeln.

Am 28. Dec. 1835 traf ich Morgens früh in Herford ein und verwendete den Tag zu den Untersuchungen des Werkes. Vorher war das vorhandene Gefälle, sowie die zufließende Wassermasse neu zu bestimmen. Der Obergraben ist 4′ weit, ausgemauert und überwölbt, und 516′ lang. Der Boden liegt sohlig, und Wasser darf bis 4′ 4″ Wassertiefe gestaut werden. Legt man durch die Oberkante des Fachbaumes eine Normale, so liegt der Spiegel des stillstehenden Wassers im Obergraben 4′ 6″ über der Normalen. Der Spiegel des stillstehenden Unterwassers liegt bei mittlerem Wasserstande im Flusse stark 3′ unter der Normalen, so daß sich ein Gefälle ergibt, beim Stillstande des Werks, von 7′ 6″. Der Untergraben ist 414′ lang, 4′ breit, seine Sohle liegt etwa 3′ 9″ unter der Normalen. Wenn nun Ober- und Untergraben einen wasserhaltenden Querschnitt von etwa 60 □′ hätten, so daß die Geschwindigkeit des Wassers beim Gange des Rades nur 1′ betrüge, so würde im Obergraben nur 1″, und im Untergraben ebenfalls nur 1″ Gefälle verloren gehen, so daß ein nutzbares Gefälle von 7′ 4″ übrig bliebe, und dieses Ziel hätte bei der ursprünglichen Anlage des Werkes erreicht werden müssen. Wenn nun aber unter den jetzigen Verhältnissen das Rad 40 K.′ Wasser consumirt, so fällt der Oberwasserspiegel über dem Rade nur 3″, und der Unterwasserspiegel steigt um 2′, so daß nur noch ein Gefälle von 5′ 3″ übrig bleibt. Bei einem Wasserverbrauch von 55 K.′ vermindert sich das Gefälle um weitere 6″, so daß es dann auf 4′ 9″ herabsinkt. Durch diesen Verlust an Gefälle entsteht also ein Kraftverlust von 35,4 Procent.

Es kam nun zunächst darauf an, diesen Kraftverlust möglichst zu vermindern. Im Obergraben waren höchstens 4 bis 5″ Gefälle zu gewinnen, jedoch nur mit einem sehr bedeutenden Kostenaufwand, da der Graben überwölbt ist und wohl überwölbt bleiben mußte. Hingegen war im Untergraben 1′ 11″ Gefälle zu gewinnen, wenn es möglich war denselben auf 4′ auszutiefen und 12′ breit zu machen. Da der Graben durch den Garten des Fabrikinhabers hinläuft, so ist eine Ueberwölbung nicht wieder nöthig. Dagegen kann er zwischen den Fabrikgebäuden nicht die erforderliche Tiefe und Breite erhalten, so daß nur auf eine Erhöhung

des Gefälles von stark $1\frac{1}{2}'$, also bis auf $6\frac{1}{4}'$ feste Rechnung gemacht werden kann. Hr. Schönfeld erklärte sich zu der nöthigen Erweiterung des Untergrabens bereit, nnd somit ist bei allen fernern Anordnungen dieselbe vorausgesetzt worden. — Ich habe geglaubt, diese Ermittelung des ganzen Gefälles, und die Mittel es möglichst vollständig zu benützen, ausführlich darlegen zu dürfen, weil dieß bei Wasserwerken ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit ist, und der noch gar zu oft übersehen wird. Die wasserhaltenden Querschnitte von allen Gräben bei Wasserrädern sollen stets so groß seyn, daß die Wassergeschwindigkeit nie 1' zu übersteigen nöthig hat. Selbst bei übrigens guten Anlagen wird gegen diese Regel sehr häufig gefehlt. Durch die Erweiterung des Untergrabens wird in Herford gegen 30 Procent an Kraft gewonnen werden.

Die Bestimmung des Wasserzuflusses kann in regelmäßigen Gräben von 3 bis 4' Tiefe sehr bequem und genau mit Weinflaschen geschehen, die man so weit mit Wasser füllt, daß sie fast bis zum Pfropf eintauchen, und dann ihrer mehrere abwärts schwimmen läßt.

Dieses Verfahren wurde hier, so wie bei den spätern Versuchen angewendet, und lieferte Resultate, die einzeln sehr wenig vom Mittel abwichen. Der Wasserzufluß wurde zu 55 K.' bestimmt. Nach einer frühern Angabe soll die Schütze des ursprünglichen Rades $6\frac{3}{4}'$ weit gewesen, und 10'' bis 11'' gezogen worden seyn, bei $3\frac{1}{2}'$ Druckwasser, wenn das Rad alles Wasser consumirte. Hieraus berechnet sich ein Wasserverbrauch von 60 bis 61 K.', wenn die Schützenöffnung an drei Seiten die Contraction aufhob.

Bei der Untersuchung des Rades selbst ließ ich zuerst allmählich die Schützen aufziehen und beobachtete die Richtung der aus den Schaufeln strömenden Wasserstrahlen, so lange das Rad noch still stand. Bei einem Schützenzuge von $1\frac{1}{2}''$ strömte das Wasser in einigen Radzellen gegen die Schaufeln, in andern aber in der Richtung des Radius hervor, ohne die Schaufeln zu treffen. Hier wurde also durch die Erfahrung bestätigt, was ich vermuthet hatte, daß bei einem Wasserstrahl, dessen Breite die Höhe vielfach übertrifft, die Wasserfäden nicht parallel bleiben, und die Richtung des letzten Elementes der concaven Seite der Leitcurven annehmen. Als nunmehr die Schützen höher gezogen wurden, so kam das Rad vor und nach in langsamen Gang; das Unterwasser stieg bis zu den Schaufeln empor, wurde aber noch in der Richtung des ausströmenden Wassers bewegt. Als endlich, bei noch höherem Schützenzuge, das Rad eine Geschwindigkeit von 27 Umläufen in der Minute annahm, stieg das Unterwasser bis zur Unterkante des Fachbaumes, so daß das Rad vollständig badete. Das Rad riß nun das Unterwasser in der Richtung mit

fort, in welcher es selbst sich bewegte. Die Wasserstrahlen im Unterwasser bildeten mit dem Radumfang einen Winkel von etwa 45^0, und sie hatten eine Geschwindigkeit von 5′ bis 6′ in der Secunde. Alle diese Thatsachen bestätigen, daß das Wasser nicht in der vorgeschriebenen Richtung auf die Schaufeln traf.

Die Wasserradwelle trägt ein conisches Zahnrad, das in ein solches Rad einer liegenden Welle greift. Diese treibt den Königsbaum, von dem aus zwei Betriebswellen in die beiden Arbeitssäle gehen.

Die folgende Tabelle weist die Gewichte und das Widerstandsmoment der Betriebstheile nach, wobei vorausgesetzt worden ist, daß die Reibung $^1/_7$ des Druckes beträgt. Bei den stehenden Wellen ist die Zapfendicke nur zu $^2/_3$ in Rechnung gebracht worden.

Betriebstheile.	Gewicht	Zapfenumfang.	Umläufe in der Minute.	Geschwindigkeit in der Secunde.	Widerstandsmoment.
	Pfd.	Zoll.		Fuß.	
Das Wasserrad	8233	$9^3/_7$	27	0,35	412
Die liegende Welle . .	6822	22	25	0,77	750
Der Königsbaum . .	6426	$10^1/_2$	49	0,71	652
Die Welle im untern Sale	6333	$7^6/_7$	42	0,46	416
Die Welle im obern Sale	6463	$7^1/_{14}$	88	0,87	431
Summe	31277	—	—	—	2661

Das gesammte Widerstandsmoment macht also bei 27 Umläufen des Wasserrades = 5,2 Pferdekraft aus, und davon kommen 2,3 Pferdekraft auf die beiden ersten Wellen, und 2,9 Pferdekraft auf die drei letzten Wellen. Der Widerstand in den Getrieben ist jedenfalls nur gering, so daß ich denselben bei diesen Ueberschlägen ganz übergehen darf. Das Bremsdynamometer, welches von Hrn. Carliczek sehr zweckmäßig vorgerichtet und schon zu seinen frühern Versuchen angewendet worden war, wurde auf der liegenden Hauptwelle angebracht. Das Gewicht des ganzen Apparats, dasselbe auf eine Entfernung von 12′ von der Rotationsachse reducirt, fand ich später beim Abwägen zu 148 Pfd. Während nun die Schützen 3″ 5‴ gezogen waren und das Rad bei $5^1/_4$′ Gefälle = 38,7 K.′ Wasser verbrauchte, machte die liegende Welle in der Minute genau 25 Umläufe. Die Bremse war nicht angezogen, so daß das Rad nur die sämmtlichen Betriebswellen in Bewegung setzte. Mehrere Versuche hatten immer genau denselben Erfolg. Es wurde nun die Bremse so stark angezogen, daß der ganze Apparat in der Schwebe gehalten wurde. Dann machte bei demselben Schützenzuge die liegende Welle 12 Umläufe. Bezeichnet man nun das Widerstandsmoment jeder Umdrehung mit 9, so

war der Effect des Rades bei den ersten Versuchen = 259, und bei den letzten Versuchen $= 129 + 12 \frac{3^1/_7 \,.\, 24 \,.\, 148}{60} = 129 + 2233.$

Da nun unzweifelhaft das Wasserrad bei 25 Umdrehungen einen größern Effect gibt als bei 12 Umdrehungen, so muß $259 > 129 + 2233$, oder $9 > 172$; also auch $259 > 4300$ seyn. Daraus folgt, daß das Widerstandsmoment der Getriebe bei 25 Umläufen der liegenden Welle jedenfalls mehr als $8^1/_2$ Pferdekraft ausmacht, während dasselbe oben nur zu $5^1/_5$ Pferdekraft berechnet wurde. Dieses unerwartet große Widerstandsmoment verdiente die sorgfältigste Untersuchung. Das Wasserrad wurde zu dem Ende in Stillstand gebracht, und nun wurde die Kraft ermittelt, welche auf einen Hebel von 12′ wirken mußte, um das Rad nebst sämmtlichen Betriebstheilen zu drehen. Diese Kraft fand sich zu 178 Pfd. Nach dieser directen Bestimmung beträgt also das Widerstandsmoment bei 25 Umdrehungen der liegenden Welle $= 25 \,.\, 3^1/_7 \,.\, 24 \,.\, 178 : 60 = 5595$, oder = 11 Pferdekraft. Da die rohe consumirte Kraft $= 38{,}7 \,.\, 66 \,.\, 5^1/_4 : 510 = 26{,}3$ Pferdekraft ausmachte, so gab das Rad bei 25 Umdrehungen der liegenden Welle einen Nutzeffect von $\frac{11 \,.\, 100}{26{,}3} = 42$ Proc. Bei 12 Umläufen war der Effect des Rades $= \frac{2233}{510} + \frac{12 \,.\, 11}{25} = 9{,}7$ Pferdekraft, demnach der Nutzeffect $= \frac{9{,}7 \,.\, 100}{26{,}3} = 37$ Procent.

Hiernach ist die Angabe des Fabrikencommissionsraths Hrn. Wedding über den Effect des Rades zu berichtigen. Dieselbe beruht auf frühern Versuchen, bei deren Berechnung das Widerstandsmoment der Betriebstheile irrigerweise nur zu 1 Pferdekraft war angenommen worden, die übrigens aber mit meinen Versuchen übereinstimmen und von Hrn. Carliczek recht zweckmäßig sind durchgeführt worden.

Da ich selbst die Zeit nicht hatte, den Grund des übermäßigen Widerstandsmomentes der Betriebstheile weiter zu untersuchen, so veranlaßte ich Hrn. Carliczek zu dieser Untersuchung. Derselbe rückte die stehende Welle aus und untersuchte nun die Umdrehungskraft der liegenden Welle sowie des Wasserrades. Für einen Hebelarm von 12′ fand er dieselbe zu 128 Pfd. Daraus berechnet sich das Widerstandsmoment der drei ausgelösten Wellen zu $\frac{178 - 128}{178} \,.\, 11 = 3{,}1$ Pferdekraft. Ferner wurde die Bremse so stark angezogen, und der Hebel so lange beschwert, bis die liegende Welle bei einem Schützenzuge von 3″ 5‴ in der Minute 12

Umläufe machte. Der Hebel mußte zu dem Ende mit 36 Pfd. beschwert werden, woraus sich das Widerstandsmoment der drei Wellen zu $\frac{36}{148} \cdot 11 = 2{,}7$ Pferdekraft berechnet. Das Mittel aus diesen beiden Resultaten ist 2,9 Pferdekraft, welches mit dem theoretisch berechneten Moment genau übereinstimmt, und noch immer als ziemlich groß erscheint. Für das Wasserrad und die liegende Welle bleibt nun noch ein Moment von 8,1 Pferdekraft übrig, und da nicht zu vermuthen steht, daß die liegende Welle mehr Kraft zu ihrer Bewegung erfordere, als die theoretische Rechnung nachgewiesen, also 1,5 Pferdekraft, so bleibt für das Wasserrad allein eine Bewegungskraft von 6,6 Pferdekraft übrig, welche Kraft vom theoretisch Berechneten das Achtfache ausmacht. Es hat mir nicht gelingen wollen, den Grund dieses übergroßen Widerstandes klar erforschen zu lassen, so dringend ich auch dazu aufgefordert habe.

Es lagen nunmehr die Verhältnisse des Herforder Kreiselrades klar vor Augen. Wollte man das Rad beibehalten, so ließ sich in folgender Art seine Kraft möglichst steigern. Das Gefälle könnte auf wenigstens 6′, gebracht werden, was bei 55 K.′ Aufschlagwasser einer rohen Kraft von 42,7 Pferdekraft entspricht. Das Rad bringt davon 42 Procent, also 17,9 Pferdekraft zur Benützung. Davon gehen ab für den Widerstand der Betriebstheile 7 Pferdekraft, so daß also nur noch eine reine Kraft von 10 bis 11 Pferden zur eigentlichen Verwendung würden übrig geblieben seyn. Diese Kraft reicht für den Fabrikbetrieb nicht aus. Das Rad in einzelnen Theilen zu verändern war unausführbar. Zudem war der im Wasser liegende Zapfen sehr unzweckmäßig construirt, sowie auch noch der Uebelstand vorhanden war, daß das Rad gar nicht gehoben werden konnte, um nöthig werdende Reparaturen zu besorgen.

Aus diesen Gründen mußte das Rad verworfen werden. Nun aber entstand die Frage: sollte man das neu zu erbauende Rad nach Poncelet oder nach Fourneyron construiren? Für die letztere Alternative sprach bei mehreren Betheiligten mit vollem Rechte das Gefühl der Consequenz und Beharrlichkeit. Auch kostete die Herstellung eines neuen Kreiselrades weniger als der Bau eines verticalen Rades, besonders da Wassergraben, Betriebstheile, Gebäulichkeiten auf ein Kreiselrad eingerichtet waren. Ferner war nach den angestellten Versuchen mit Sicherheit zu erwarten, daß ein gut construirtes Kreiselrad die vorhandene Wasserkraft mit wenigstens 60 Procent zur Benutzung bringen, also in diesem Punkte einem Poncelet'schen Rade nicht nachstehen werde.

Ueber meine Untersuchung und deren Ergebnisse stattete ich dem wirklichen geheimen Oberregierungsrath und Director Hrn. Beuth unterm

2 Febr. 1836 einen ausführlichen Bericht ab, wovon ich eine Abschrift Hrn. Schönfeld einsendete. Der Bericht enthält dem Wesentlichen nach genau das, was ich vorstehend mitgetheilt habe.

Hr. Schönfeld hatte sich schon im December bemüht, aus dem Elsaß und Baden über die von Fourneyron selbst erbauten Kreiselräder sichere Nachricht einzuziehen. Andreas Köchlin und Comp. in Mülhausen berichteten, daß Fourneyron mehrere Räder unter persönlicher Leitung in ihrer Werkstatt hatte bauen lassen, daß ihres Wissens keine Fabrik mit den Leistungen dieser Räder völlig zufrieden sey, und daß sogar an einigen Orten die aufgestellten Kreiselräder wieder durch gewöhnliche Räder ersetzt worden seyen. Sie berichteten ferner, daß, wenn die ersten Versuche der allgemeinen Erwartung entsprochen, so würden sie das Patentrecht an sich gebracht haben; so wie die Sachen aber stünden, hätten sie gänzlich darauf verzichtet und der Sache keine weitere Beachtung geschenkt. — Frhr. v. Eichthal in Karlsruhe fällte über die ihm bekannt gewordenen Kreiselräder ein viel günstigeres Urtheil. Er meldete, daß ein solches Rad seit länger als einem Jahr zu St. Blasien zu seiner vollen Zufriedenheit arbeite, das Gefälle betrage 70′, und das Rad habe eine Kraft von 40 Pferden. Im Laufe des nächsten Frühjahrs werde Hr. Fourneyron für ihn ein Rad bauen für ein Gefälle von 400′ badisch.

Bei Hrn. Fourneyron selbst wurde angefragt, ob er den Neubau des Kreiselrades übernehmen, den Erfolg garantiren wolle, und welches seine Bedingungen seyen. Er forderte 2000 Fr. Reisekosten nebst einem billigen Honorar für seine Bemühungen. Für das Kreiselrad selbst, das in der Werkstatt von V. Dietrich und Sohn in Niederbronn erbaut werden solle, forderte er 11,000 Fr. Er versprach eine Kraft von 18 Pferden (kaum 60 Proc. Effect) und wollte sie unter der Bedingung verbürgen, daß der Preis des Rades auf 14,000 Fr. erhöht werde.

So sehr nun auch Fourneyron durch seine vielfältigen Erfahrungen vor jedem Andern befähigt seyn mochte, ein zweckmäßiges Kreiselrad zu erbauen, so konnten doch seine übertriebenen Forderungen nicht angenommen werden. Der schwierigste Theil des ganzen Rades schien mir der im Wasser liegende Zapfen zu seyn. Alle übrigen Constructionsverhältnisse ließen bei mir keine Zweifel mehr zurück. Hr. Fourneyron hatte gemeldet, daß Zapfen, zu denen der Sand zugänglich gewesen, nur 8—9 Monate gedauert hatten; daß er jetzt seine Zapfen so construire, um sie schmieren zu können. Es war also jedenfalls von Vortheil, die neuere Verbesserung, die der Erfinder an seinen Kreiselrädern angebracht hatte, kennen zu lernen, bevor der Entwurf zu einem neuen Rade gemacht wurde. Ich rieth also Hrn. Schönfeld, den Hrn. Carliczek nach Baden und dem

Elsaß zu senden, um die hier in neuester Zeit erbauten Kreiselräder genau zu untersuchen. Mein Vorschlag wurde angenommen, und Hr. Carliczek reiste gegen Mitte Februar ab.

In Niederbronn fand er ein Rad im Bau, für ein Gefälle von 3,050 Meter. Der äußere Durchmesser betrug 1,416, der innere 1,066 Meter, die Schaufelhöhe 2,290 Meter (?); das Rad sollte 36 Schaufeln und 24 Leitcurven erhalten; es war für die Consumtion von 25 K.' Wasser und für 51 Umdrehungen berechnet. Der Zapfen war fast so construirt wie an dem neuen Herforder Rade und sollte durch ein Rohr von unten mit Oel gespeist werden. Das Rad war für ein Gebläse der Maschinenwerkstatt selbst bestimmt. Die Curven aufzunehmen wurde nicht erlaubt.

In Lörrach waren bei den HH. Köchlin zwei Kreiselräder aufgestellt, und zwar in demselben Gerinne, bei $4\frac{1}{2}$ bis 5' Gefälle und 25 Kubikfuß Aufschlagwasser für beide Räder zusammen. Das eine Rad hatte 0,800 Meter innern, 1,100 Meter äußern Durchmesser, 0,130 Meter Schaufelhöhe, 26 Schaufeln und eben so viel Leitcurven. Der Zapfen war construirt wie der in Niederbronn. Das zweite Rad hatte 3' innern Durchmesser und 7''—8'' Schaufelhöhe; auch dieses Rad hatte 26 Schaufeln und 26 Leitcurven. Die Räder treiben die Maschinen einer Druckerei. Mehr Daten konnten nicht ermittelt werden. In St. Blasien war das eine Rad, welches eine Baumwollenspinnerei treibt, seit $1\frac{1}{2}$ Jahren im Betrieb. Es hat 17'' innern und 28'' äußern Durchmesser, 18''' Schaufelhöhe, 36 Schaufeln und 18 Leitcurven, deren letztes Element mit dem Radius einen Winkel von 90^0 bildet. Bei 70' Gefälle werden 7 K.' Aufschlagwasser verbraucht. Das Rad macht 350 bis 370 Umläufe, und hat bei 58 Proc. Nutzeffect eine Kraft von 70 Pferden. Der Zapfen kann geschmiert werden. — Das zweite Rad wird für ein Gefälle von 360' und für ein Wasserquantum von 2 Kubikfuß erbaut.

Es wird 0,100 Meter innern, 0,158 Meter äußern Durchmesser erhalten. Es bekommt 36 Schaufeln und 36 Leitcurven. Die Zahl der Umläufe war von Hrn. Fourneyron auf 2210, und die Kraft auf 62 Pferde vorbestimmt worden, die Zapfen liegen unter Wasser, haben aber eine abgeschlossene Oelkammer, so daß sie in Schmiere gehalten werden können.

Dieses waren im wesentlichen die Nachrichten, welche Hr. Carliczek von seiner Reise zurückbrachte, und unter denselben möchte die von der neuen Zapfenconstruction, und daß jetzt die Anzahl der Leitcurven ansehnlich vermehrt worden, wohl die wichtigste gewesen seyn. Da ich es übernommen, den Entwurf zum Umbau des Rades unter meiner Leitung

ausführen zu lassen, so wurde Hr. Carliczek beauftragt, mich bei seiner Rückreise zu besuchen, um über diesen Entwurf das Erforderliche zu besprechen. Dieses geschah, und es wurde mir im Anfange April von Hrn. Carliczek der Entwurf zum neuen Rade zur Revision eingereicht.

Die mathematische Theorie der Kreiselräder, wie sie, auf den Grund früherer theoretischer Untersuchungen, D'Aubuisson in seinem Handbuche der Hydraulik und Fourneyron in seinen bekannten Aufsätzen mitgetheilt haben, ist sicher begründet und vollständig. Es kommt also lediglich darauf an, bei der Anwendung die Anordnungen so zu treffen, daß von den Voraussetzungen der Theorie möglichst geringe Abweichungen vorkommen. Vor allen Dingen ist es nothwendig, den Schützenöffnungen eine solche Gestalt zu geben, daß die Strahlen des ausströmenden Wassers in denselben parallel liegen, und die vorgeschriebene Richtung annehmen.

Um diesen Zweck zu erreichen, muß die Höhe jeder Schützenöffnung ihre Breite mehrfach übertreffen, und die Schützenbretter müssen dick genug seyn, um dem Wasser einen Canal von hinlänglicher Länge darzubieten. Diesen Bedingungen geschieht durch die in der zweiten Lieferung beschriebene Construction der bezüglichen Theile ein Genüge. Hr. Carliczek schlug 42 Leitcurven vor, weil er bei den neuern Fourneyron'schen Rädern eben so viel Leitcurven als Schaufeln gefunden hatte. Ich rieth dazu, diese Anzahl auf etwa zwei Drittel zu vermindern, weil 28 — 30 Curven ausreichen und bei der Ausführung weniger Schwierigkeiten darbieten. Jede Schützenöffnung ist nunmehr 2,82″ breit, 4″ lang und bei vollem Schützenzuge 6″ — 7″ hoch. Die untere Seite der Schützen ist nach innen zu abgerundet. Die Oeffnungen haben also diejenige Gestalt, welche für die möglichste Verminderung der Contraction am günstigsten ist. Dieser Zweck wurde vollkommen erreicht. Beim ersten Versuch betrug das Gefälle 4,67′, also die theoretische Ausflußgeschwindigkeit $= 7{,}9 \sqrt{4{,}67} = 17{,}11'$. Die Gesammtbreite der Schützenöffnungen beträgt 79″, senkrecht gemessen, und jede andere Messung ist irrig, wenn man die Wasserstrahlen als unter sich parallel und dem letzten Element der Leitcurve folgend annehmen darf. Bei 5,75″ Schützenzug beträgt der Querschnitt sämmtlicher Oeffnungen 3,15 Quadratfuß, also die wirkliche Ausflußgeschwindigkeit $= \frac{46{,}5}{3{,}15} = 14{,}7'$ oder 86 Proc. der theoretischen.

Ein so günstiges Urtheil war kaum zu erwarten. Die Form der Schützenblöcke war von mir schon vorgeschrieben worden, bevor ich erfuhr, daß Fourneyron dieselbe Form in Lörrach angewendet habe.

Den Vorschlag, die Leitcurven einen Winkel von 60° mit dem Radius bilden, dagegen aber das Rad mit der halben Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers sich bewegen zu lassen, nahm ich an, weil dabei wenige Vortheile eingebüßt werden. Da die innere Peripherie des Rades 14,7′ beträgt, und die Ausflußgeschwindigkeit eben so groß ist, so muß also das Rad in der Minute 30 Umläufe machen. Die Schaufeln ließ ich um das Stück om abkürzen, um eine Oeffnung von 1½″ Weite zu gewinnen, während sie in dem Entwurfe nur 1″ betrug; die Höhe ließ ich auf 11″ vermehren. Hiernach betragen sämmtliche Ausflußöffnungen des Rades im Querschnitt 4,81 Quadratfuß, sind also gegen 53 Proc. größer als die gesammten Schützenöffnungen bei einem Zuge von 5¾″ Höhe. Hr. Carliczek hatte eine horizontale Scheidewand in halber Höhe der Radschaufeln in Vorschlag gebracht, wie er eine solche bei dem Rade in Niederbronn vorgefunden hatte. Diese Anordnung würde in unserm Falle sehr unzweckmäßig gewesen seyn, weßwegen ich sie verwarf.

In dem mir von Hrn. Carliczek zugeschickten Entwurfe war der äußere Raddurchmesser zu 6′ 4″, und der innere Durchmesser zu 5′ ½″ angenommen worden, so daß die Ringbreite 7¾″ betrug. Diese Anordnung hatte zwei bedeutende Fehler. Der geringere bestand darin, daß, wenn das Wasser mit doppelter Geschwindigkeit die Schaufeln traf, dasselbe nicht ohne alle relative Geschwindigkeit das Rad verlassen konnte.

Der größere Fehler bestand aber in Folgendem: Sollte das Wasser sich ohne Stoß an die Schaufeln legen, so mußten die Strahlen einen Winkel von 24° mit dem getroffenen Schaufelelement machen. Dieß fand nun freilich auch mit demjenigen Strahle, der das vordere Schaufelelement traf, statt, nicht aber mit dem Strahle, der geradlinig möglichst tief in die Schaufeln eindrang. Ein solcher Strahl machte mit dem getroffenen Schaufelelement einen Winkel von 72°, so daß also die Wasserstrahlen die Schaufeln unter Winkeln von 24° bis zu 72° trafen, und darum also die meisten einen bedeutenden Stoß bewirkten. Ich verminderte den innern Durchmesser bis auf 4′ 8″, so daß sich eine Ringbreite von 10″ ergab. Dadurch traten erstens die innere und äußere Peripheriegeschwindigkeit in ein schicklicheres Verhältniß, auch erhielt man jetzt einen höhern Schützenzug, was sehr wünschenswerth war. Der größte Vortheil bestand aber darin, daß der größte Winkel, unter welchem die Wasserstrahlen die Schaufeln treffen können, von 72° auf 60° vermindert wurde. Allerdings findet ein Zusammentreffen unter ganz so großen Winkeln in der Wirklichkeit nicht statt, weil die den Schaufeln zunächst liegenden Wasserstrahlen die andern von der geradlinigen Richtung ablenken. Dennoch aber lege ich auf die Verminderung dieses Winkels großen Werth.

Die folgende Zusammenstellung zeigt, wie genau sich die gewählte Breite des Radringes der Forderung anschließt, daß das Wasser ohne Stoß die Schaufeln treffen und das Rad ohne Kraft verlassen müsse.

Gefälle.	Theoretische Ausflußgeschwindigkeit.	Wirkliche Ausflußgeschwindigkeit.	Radumläufe.	Aeußere Peripheriegeschwindigkeit.	Ausflußgeschwindigkeit daselbst.
	Fuß			Fuß	Fuß
$4^2/_3$	17,1	14,7	30	9,8	9,7
6	19,4	16,7	34	11,1	10,9
$6^1/_2$	20,1	17,3	35	11,4	11,3

Es ist bei dieser Berechnung angenommen worden, daß das Wasser mit 57 Proc. seiner theoretischen, von der Druckhöhe abhängigen Geschwindigkeit aus den Schaufeln ströme, wie dieß die Berliner und Herforder Versuche übereinstimmend nachgewiesen haben. Erst wenn das Gefälle durch Erweiterung des Untergrabens bis auf $6^1/_2$ Fuß erhöht worden ist, kann das Rad 55 Kubikfuß Aufschlagwasser consumiren. Es scheint nach den in Herford angestellten Versuchen von Wichtigkeit für die Erzielung eines möglichst großen Nutzeffects zu seyn, den Radring nie höher zu bauen, als zur Consumtion der vorhandenen Wassermasse nöthig ist. Fourneyron soll die Schaufelhöhe an mehreren seiner haben Räder vermindern müssen.

Der gußeiserne ausgebohrte Ring, an den sich die Schützenliederung anlegt, hatte bei dem ältern Rade eine Weite von 6′. In dem mir vorgelegten Entwurfe des neuen Rades war diese Ringweite belassen, wodurch aber, bei der Verkleinerung des innern Raddurchmessers von 6′ auf $4^2/_3$′, die Schütze oben einen horizontalen Ring von 11″ Breite erhielt, auf welchem ein Wasserdruck von ungefähr 5000 Pfd. lastete. Der Erfolg davon würde gewesen seyn, daß wenigstens drei Mann erforderlich gewesen wären, um die Schütze aufzudrehen. Auf meine Anordnung ist der gußeiserne Ring bis auf $4^3/_4$′ verengt worden, und es kann jetzt ein schwaches Kind die Schütze aufziehen. Bei dem älteren Rade erforderte der Schützenzug zwei Mann.

Dieß ist der Antheil, den ich an dem Neubau des Herforder Kreiselrades genommen habe. Die Entwürfe waren bis zum Anfange Mai 1836 definitiv festgestellt. Die Construction des untern Radzapfens und der Schmiervorrichtung hat Hr. Carliczek selbständig nach Fourneyron'schen Vorbildern entworfen. Nach den mir vor kurzem zugegangenen Nachrichten hat sich der Zapfen, nachdem das Rad jetzt etwa sechs Monate im Betriebe gewesen ist, während dieser Zeit sehr gut gehalten.

Es kann meine Absicht nicht seyn, hier eine vollständige Theorie der Kreiselräder aufzustellen. Mein Zweck war bloß, diejenigen Regeln, welche mich beim Umbau des Herforder Rades geleitet haben, mitzutheilen. Ueberhaupt bin ich der Ueberzeugung, daß es kaum möglich seyn würde, für den Bau von Kreiselrädern specielle Regeln, die sich unter allen Verhältnissen bewähren, aufzustellen.

Man befolge die allgemeinen Grundsätze, welche bei dem Herforder Radbau in Anwendung gebracht worden sind, und man wird, bei hinlänglicher Kenntniß und Erfahrungen in Betreff der Ausflußerscheinungen, so wie bei praktischem Tacte, sein Ziel nicht verfehlen. Uebrigens möchte vorauszusehen seyn, daß das Kreiselrad noch manchen irre führen werde.

Noch muß ich mich über zwei allgemeine Regeln aussprechen, die über die Construction von Kreiselrädern aufgestellt worden sind. Hr. Fabrikencommissionsrath Wedding schreibt vor, die Leitcurven so zu construiren, daß sich der lichte Raum zwischen denselben nach außen zu erweitere. Dadurch würde aber bewirkt werden, daß sich die Wasserstrahlen um so stärker von oben herab zudrängen, was nachtheilig einwirkt. Nach meinem Ermessen müssen die Leitcurven nach dem Umfange zu eine mäßige Convergenz haben. Es convergiren aber auch selbst die Leitcurven des Berliner Rades in dem letzten Viertel ihrer Länge, so daß also wohl die aufgestellte Regel auf einem Mißverständniß beruht. — Ferner nimmt Hr. Carliczek die Anzahl der Schaufeln, folglich auch die Anzahl der Leitcurven, constant an. Gegen diese Regel muß ich mich durchaus erklären. Gesetzt in Herford betrage der Wasserzufluß statt 55 Kubikfuß das Doppelte, so würde ich dann die Höhe des Schützenzuges unverändert belassen, den Raddurchmesser, so wie die Anzahl der Schaufeln und Leitcurven dagegen verdoppeln. Wollte man, um die Anzahl von 42 Schaufeln beizubehalten, den Raddurchmesser 1,4 mal so groß machen, und den Schützenzug um eben so viel, also bis auf 11″, verstärken, so würde nun auch der Radring 15½″ hoch gemacht werden müssen. Und eine solche Anordnung würde kein Sachkundiger billigen können. Es lassen sich Verhältnisse denken, unter denen die Beibehaltung derselben Anzahl von Schaufeln einen noch größern Uebelstand herbeiführen würde.

Die von Hrn. Carliczek über den Effect des Rades angestellten Versuche verdienen unzweifelhaft volles Vertrauen. Die Hauptergebnisse der früheren Versuche von Hrn. Carliczek fand ich bei meiner Anwesenheit in Herford völlig bestätigt. Demnach würde der Nutzeffect des Rades, bei 32 Umläufen, 6″ Schützenzug, 5′ 7″ Gefälle und 47,1 Kubikfuß Wasser-

verbrauch 68 Prort. betragen. Dieser Erfolg hat meine Erwartungen übertroffen.

Wenn angenommen werden darf, daß in den Schützenöffnungen keine Contraction stattfindet, das heißt, daß die Wasserstrahlen daselbst parallel liegen, so beträgt die wirkliche Ausströmungsgeschwindigkeit 86 Proc. von der theoretischen. Dann verhält sich die theoretische Wasserkraft zur Kraft des in die Schaufeln einströmenden Wassers wie $(100)^2 : (86)^2 = 100 : 74$, so daß also das Wasser schon 26 Proc. an Kraft verloren hat, bevor es auf die Schaufeln trifft. Will man einwenden, der Geschwindigkeitsverlust sey geringer, so muß man zugeben, daß dann die Wasserstrahlen nicht parallel liegen, und also nicht unter dem vorausgesetzten Winkel die Schaufeln treffen, wodurch ein anderer Kraftverlust herbeigeführt wird, der dem bestrittenen leicht nahe kommen mag. — Ein zweiter Kraftverlust ergibt sich dadurch, daß die meisten Wasserstrahlen unter Winkeln auf die Schaufeln zugehen, die von den vorgeschriebenen Neigungswinkeln mehr oder weniger abweichen. Ich wage es nicht, diesen Verlust zu schätzen. Ferner wird dadurch noch Kraft eingebüßt, daß das Wasser in den Schaufeln Widerstand findet, und daß es nicht in der Tangentialrichtung das Rad verläßt. Endlich noch können die Schützenblöcke nicht genau schließen, es muß sich Wasser durch die Zwischenräume hindurchdrängen und auf den Ausfluß störend einwirken. Alle diese Kraftverluste müssen unerwartet gering seyn, wenn ein Nutzeffect von 70 Proc. übrig bleiben soll, den das Herforder Rad bei 30 Umläufen vielleicht erreicht. Wo von einem bedeutend höhern Effecte solcher Räder die Rede ist, kann ich mich des Mißtrauens nicht erwehren. Fourneyron selbst spricht jetzt, nachdem er seine Räder verbessert hat, nicht mehr von einem Effect von 80 Proc. und mehr. Und wie sollten seine früheren Räder, mit nur 10 oder 12 Leitcurven, einen Effect von 83 und 87 Proc. haben leisten können? Es ist gar zu leicht, sich bei hydraulischen Versuchen der Selbsttäuschung hinzugeben oder unwillkürlich derselben anheimzufallen. Die directen Versuche des Hrn. Carliczek weisen für das Wasserrad nebst liegender Welle bei 32 Radumläufen ein Widerstandsmoment von vier Pferdekraft nach, während dasselbe bei dem alten Rade, das freilich etwas schwerer war, wogegen die liegende Welle später stärker belastet wurde, 8,1 Pferdekraft ausmachte. Zu erwarten stand aber nur ein Widerstandmoment von $2\frac{1}{2}$ Pferden. Die zum Regulator gehörigen Bewegungstheile sind so leicht, daß gegen so große Momente ihr Widerstand nicht in Betracht kommt. Es ist noch immer nicht genau ermittelt, woher dieser übergroße Widerstand sein Entstehen hat. Bei $6\frac{1}{2}'$ Gefälle consumirte das mit 34 Umläufen ledig gehende Rad $8\frac{1}{4}$ Kubikfuß Wasser, also eine rohe Kraft von sieben

Bl. 57. Pferden. Nimmt man nun den Nutzeffect zu 60 Proc. an, so betrug der Widerstand 4,2 Pferdekraft, was mit der directen Bestimmung genau genug zusammentrifft.

Wäre ein Poncelet'sches Rad gebaut worden, dessen Wellenfortsetzung sich unmittelbar an den Königsbaum anschloß, so würde das Bewegungsmoment dieses Rades nebst Welle gegen eine Pferdekraft ausgemacht haben. Nimmt man ferner den Nutzeffect des Poncelet'schen Rades zu 64 Proc., sowie des Fourneyron'schen Rades zu 70 Proc. an, so lassen sich die Leistungen beider Räder für 55 Kubikschuh Aufschlagwasser in folgender Art mit einander vergleichen:

Gefälle.	Poncelet'sches Rad		Fourneyron'sches Rad	
	Bruttokraft.	Nettokraft.	Bruttokraft.	Nettokraft.
Fuß	Pferdekraft	Pferdekraft	Pferdekraft	Pferdekraft
$4\frac{3}{4}$	21,6	20,6	23,7	19,7
6	27,3	26,3	29,9	25,9
$6\frac{1}{2}$	29,6	28,6	32,4	28,4

Das Poncelet'sche Rad würde also in Beziehung auf Kraftbenutzung dem Kreiselrade nicht nachgestanden haben.

Die Anlagekosten des Poncelet'schen Rades würden die folgenden gewesen seyn, wenn es ganz in Eisen gebaut worden wäre:

I. An Gußeisen waren erforderlich:

für die Wasserradachse . .	4830	Pfd.
„ 14 Radarme . . .	4900	„
„ 3 Radkränze . . .	13000	„
„ den Kammring . .	3600	„
„ 2 Streben im Gerinne	1200	„
„ 2 Zapfenlager . .	1000	„
„ den Regulator . . .	1000	„

in Summe 29530 Pfd. zu 50 Thlr. = 1476 Thl. 15 Sgr.

	Thlr.	Sgr.	Pf.
II. An Schmiedeisen waren erforderlich:			
für die Schaufeln 4928 Pfd. zu 90 Thlr. . =	443	6	3
für 14 Streben 1200 Pfd. zu 3 Sgr. . . . =	120	—	—
für Schrauben 500 Pfd. zu 4 Sgr. . . . . =	66	20	—
für Achsen 480 Pfd. zu 4 Sgr. . . . . . =	64	—	—
	693	26	3
III. An Rothguß 60 Pfd. zu 15 Sgr. . . . =	30	—	—
IV. An Modell- und Aufstellungskosten . . =	200	—	—
in Summa	2400	11	3
Dagegen hat das neue Kreiselrad gekostet:			
1) Zapfenlager zur Radwelle 500 Pfd. zu 50 Thlr. =	25	—	—
2 Keile dazu 8 Pfd. zu 5 Sgr. . . . . . =	1	10	—
2) die stehende Radwelle 2152 Pfd. zu 56 Thlr. =	120	5	4
Schmiedeisen daran 28 Pfd. zu 10 Sgr. . . =	9	10	—
messingene Büchsen 31 Pfd. zu 24 Sgr. . . =	24	24	—
Durchbohrung zum Behuf des Schmierens . =	5	—	—
3) Rohr um die Radwelle 3182 Pfd. zu 56 Thlr. =	178	5	9
Schmiedeisen daran 28 Pfd. zu 7 Sgr. . . =	6	16	—
4) Kreiselrad 2097 Pfd. zu 60 Thlr. . . . . =	125	25	—
Die 44 Schaufeln 559 Pfd. zu 4 Sgr. . . =	74	16	—
5) Leitscheibe 1293 Pfd. zu 60 Thlr. . . . =	67	17	—
die 28 Leitcurven 413 Pfd. zu 4 Sgr. . =	55	12	—
6) Schützenring 696 Pfd. zu 60 Thlr. . . . =	41	23	—
Liederung, die Holzblöcke ꝛc. . . . . . . =	36	6	—
7) Ring, in welchem die Schützenliederung auf- und abgeht, 2166 Pfd. zu 56 Thlr. . . . =	121	9	—
8) Kreuz für den Schützenzug 266 Pfd. zu 50 Thlr. =	13	9	—
Die Stangen dazu 567 Pfd. zu 6 Sgr. . . =	113	12	—
9) Vorrichtung zum Aufziehen des Rades bei Reparaturen 74 Pfd. zu 6 Sgr. . . . =	14	24	—
10) Die Schraube für den Schützenzug 211 Pfd. zu 10 Sgr. . . . . =	70	10	—
11) Zapfen der Radwelle 40 Pfd. zu 12 Sgr. =	16	—	—
Stahlstücke dazu 7 Pfd. zu 25 Sgr. . . . =	5	25	—
12) Die Röhre zum Schmieren . . . . . . =	10	—	—
13) Das conische Rad auf der Radwelle ungefähr 700 Pfd. zu 50 Thlr. . . . . =	35	—	—
14) Der eisenblecherne Gerinnkasten . . . . =	100	—	—
15) Der Regulator . . . . =	200	—	—
16) An Aufstellungskosten . . . . =	200	—	—
in Summa	1661	19	1

Es würde demnach allerdings das Poncelet'sche Rad 730 Thlr. theurer geworden seyn, als das Kreiselrad, wenn man ersteres ganz in Eisen hätte bauen wollen. Wenn man aber Arme und Radkränze aus Holz baute, so würde der Preis des Kreiselrades kaum erreicht worden seyn. Die Herstellungskosten der Gerinne und Wassergräben mögen für beide Arten von Rädern ziemlich dieselben bleiben.

Wenn ich es nun zum Schluß wagen darf, über die Anwendbarkeit der Kreiselräder mein Urtheil abzugeben, so geschieht dieß doch nur mit der ausdrücklichen Bemerkung, daß mir die Leistungen dieser Räder unter den sehr verschiedenen Verhältnissen, in denen sie zur Anwendung gebracht werden können, doch wenig sicher constatirt zu seyn scheinen. Ich gebe also mein Urtheil für nichts weniger als unfehlbar aus.

1) Das Kreiselrad unterscheidet sich dadurch wesentlich von allen übrigen Wasserrädern, mit Ausnahme des Reactionsrades (von Seegner), daß es bei allen Fallhöhen, von der niedrigsten bis zur höchsten, zur Anwendung gebracht werden kann. Die gewöhnlichen Wasserräder werden schon bei Gefällen von 30′ sehr unbehülfliche und träge gehende Kraftmaschinen. Das Kreiselrad wird unstreitig für so hohe und höhere Gefälle künftig sehr häufig mit großem Vortheil zur Anwendung gebracht werden können. In Gebirgsgegenden und beim Bergbau kann man häufig sehr hohe Gefälle zur Benutzung bringen, die darum unberücksichtigt blieben, weil gewöhnliche Wasserräder nicht angewendet werden konnten.

2) Bei Gefällen von 9 bis 30′ Höhe geben die rücken- und oberschlächtigen Räder einen um 5 bis 15 Proc. höhern Effect als Kreiselräder, und werden also schwerlich von denselben verdrängt werden. Besonders möchten Kreiselräder für den Betrieb von Hammerwerken und Walzwerken weniger geeignet befunden werden. Wenn aber in einzelnen Fällen eine sehr große Winkelgeschwindigkeit oder Ersparung von Raum, von besonderem Werthe seyn sollte, so würden für sie Kreiselräder zu empfehlen seyn.

3) Für Gefälle von 6 bis 9′ können Poncelet'sche Räder nicht zweckmäßig mehr zur Anwendung gebracht werden. Rückenschlächtige und Brusträder müssen bei bedeutenderm Wasserzufluß sehr breit gebaut werden; sie haben eine geringe Winkelgeschwindigkeit und übertreffen hier kaum nur noch die Kreiselräder im Nutzeffect. In vielen Fällen werden für diese Fallhöhen Kreiselräder mit Vortheil zur Anwendung gebracht werden können.

4) Für Gefälle von 3 bis 6′ Höhe möchte ich im Allgemeinen noch immer den Poncelet'schen Rädern den Vorzug einräumen. Nur wo eine große Winkelgeschwindigkeit von größerem Werth ist, oder wo die Welle

des Kreisels zu gleicher Zeit als Königsbaum für das Triebwerk benutzt werden kann, treten die Kreiselräder mit entschiedenem Vortheile auf.

5) Für ein Gefälle unter 3′ Höhe möchte ebenfalls ein Kreiselrad vor dem Poncelet'schen Rade einen entschiedenen Vortheil haben, weil bei Anwendung des letztern Rades der halbe Schützenzug am Gefälle verloren geht, was hier schon 16 Proc. und mehr ausmachen kann.

6) Poncelet'sche und gut gebaute rückenschlächtige Räder können ohne besondern Nachtheil 2 bis 3′ tief im Unterwasser baden. Nun betragen aber bei Flüssen von mittlerer Größe (Oder, Spree, Lippe, Ruhr ꝛc.) die häufiger vorkommenden Veränderungen der Wasserhöhen mehr als 3′, und dabei werden oft auf solchen Flüssen nur geringe Gefälle benutzt. Unter solchen Umständen wird das Kreiselrad mit großem Vortheil anzuwenden seyn, so daß künftig alle Räder mit Pansterzeugen wegfallen sollten.

Das Kreiselrad ist aber unter allen Wasserrädern am schwierigsten im Entwurfe genau und zweckmäßig den vorhandenen Verhältnissen anzupassen, am schwierigsten auszuführen und am schwierigsten in gutem Betriebe zu erhalten. Wer ein solches Rad anlegen will, vertraue den Entwurf und den Bau nur sachkundigen und umsichtigen Händen an, wenn er des guten Erfolgs gewiß seyn will.

§. 247.

Das Kreiselrad auf der königl. Mulder Schmelzhütte bei Freiberg in Sachsen *).

Blatt 55. Fig. 230 und 231. Bl. 55.

Schon im Junius 1836 wurde der Entwurf zu dem bei der königl. Mulder Schmelzhütte, zum Betriebe eines, drei Hochöfen mit Wind zu versorgenden Schraubengebläses angelegten Kreiselrade nach der von Fourneyron gegebenen, im 53sten Bande des Dingler'schen polytechnischen Journals enthaltenen Theorie und den beigefügten praktischen Regeln mit unbedeutender Abweichung und Vereinfachung gemacht, auch die Ausführung desselben, im Vertrauen auf Fourneyron's Autorität und seine aus der Erfahrung geschöpften Wirkungsverhältnisse, genau nach dem ersten Entwurfe bewirkt. Das Kreiselrad arbeitet seit Anfang October 1838, je nach dem Bedarf, mit 3 bis $3\frac{1}{3}$′ Gefälle und beiläufig mit 800 bis 900 Kubikfuß Wasserverbrauch in der Minute.

---

*) Nach dem Gewerbeblatte für Sachsen 1838 aus Hartmanns encyklopädischem Handbuche für das Maschinen- und Fabrikenwesen.

Bl. 55. In der Absicht, bei diesem geringen Gefälle das Wasser dem Rade so langsam als möglich durch das Aufschlaggerinne zuzuführen, und die Contraction des Wassers im Boden desselben nach dem Rade hinab möglichst zu vermindern, wurde das Verhältniß der Querschnitte zwischen sämmtlichen Austrittsöffnungen im Leitschaufelapparate und den Leitschaufeln selbst, wie 1:8 angenommen, deßhalb auch dem Rade 50″ innerer und 68″ äußerer Durchmesser bei $2^1/_4$″ lichter Radweite oder Schaufelhöhe, sowie 30 Rad- und 20 Leitschaufeln gegeben. Das letzte Element der Leitschaufeln wurde unter 56 Graden gegen den zugehörigen Radius gerichtet, und dadurch ein winkelrechter Abstand je zweier Leitschaufeln von $3^3/_8$″, bei $^1/_4$″ Leitschaufeldicke am Austritte erhalten.

Das erste Element einer jeden Radschaufel wurde nach der von Fourneyron gegebenen Theorie angeordnet, und auch nach dessen Constructionsmethode deren Endelement in $^2/_3$ des bekannten Bogens am äußern Radumfange dergestalt genommen, daß es mit der zugehörigen Radtangente einen Oeffnungs- oder Deckungswinkel von 15 Graden bildete. Beide Elemente der Radschaufel sind übrigens mit zwei gesuchten Kreisbögen vereinigt.

Das Rad ist ebenfalls, wie die meisten dergleichen jetzt gangbaren, mit einer innern kreisrunden Schütze versehen, deren Backenschwingen bei $3^1/_2$″ Länge und zweckmäßiger unterer Abrundung der dem Wasser entgegengestellten Kanten von solcher Art sind, daß nicht nur die aus den Leitschaufeln gehenden Wasserfäden die gewünschte Richtung erhalten, sondern auch eine möglichst geringe Contraction der Wasserfäden daselbst stattfinden kann. Diese Schütze kann durch vier Zugstangen, welche unten an eben so viel gleichmäßig vertheilte Umfangspunkte derselben befestigt, oben aber in einer an dem Leitschaufelträger verschiebbaren Hülse vereinigt sind, an welchem sich zwei diametral angebrachte Seitenwarzen befinden, an die zwei horizontale Hebel gehangen sind, dirigirt und durch eine, die Hebel in Bewegung setzende Schraube leicht, schnell und sehr bequem gestellt werden.

Einige kurz vor dem Anlassen des Gebläses mit dem Prony'schen Zaum-Dynamometer angestellte Versuche über den Effect des Kreiselrades haben ein sehr befriedigendes Resultat gegeben, indem die Leistung desselben bei gewöhnlichem Gange mindestens doppelt so groß, als die eines gemeinen unterschlächtigen Wasserrades mit radialen Schaufeln angenommen werden kann. Jedoch ist das Rad an sich nicht groß; nächstdem unterliegt aber überhaupt das Kreiselrad, wie bereits die Erfahrung nachgewiesen, zweckmäßigen Verbesserungen, durch welche man seinen

Nutzeffect bis 70 Procent und vielleicht darüber zu bringen im Stande Bl. 55.
seyn wird.

Was die Versuche selbst betrifft, so wurde vor denselben erst die Reibung der Ruhe an den Zapfen des Kreiselrades ermittelt, indem man alles Wasser wegschlug und das Prony'sche Dynamometer so belastete, bis das Rad sehr langsam sich zu bewegen anfing. Sie wurde für $57^{3}/_{32}$″ mechanischer Hebelslänge zu $5^{7}/_{8}$ Leipziger Pfunden gefunden und der Bewegung gleich gesetzt.

Hierauf wurde das Rad beaufschlagt, und, nachdem das Wasser in den Beharrungszustand gekommen war, das Aufschlage-Wasserquantum einmal, wenn das Rad so unbelastet lief, ein andermal, wenn dasselbe so belastet war, daß es das Maximum der Leistung durch das Product der Radumläufe und der Belastung anzeigte, durch den Woltmann'schen Flügel gemessen. Für beiderlei Wassermessungen wurde der Wasserstand über dem Rade, bis auf die Fläche des untern Kreiselradreifes niedergemessen, genau abgenommen, und die zuletzt für das Maximum der Leistung des Rades bestimmte Aufschlagwassermenge auch für diejenigen Belastungen des Rades beibehalten, welche dem Maximum auf- und absteigend nahe lagen, und bei welchen ein Fall oder Steigen des Wassers im Aufschlaggerinne während dieser Versuche nicht bemerklich war.

Versuche mit Stauwasser wurden zwar vorgenommen, doch haben diese nicht genügende Zuverlässigkeit, da ein constantes Stauwasser auf eine zureichend lange Zeit zu erzeugen deßhalb nicht möglich war, weil das vom Kreiselrade abgehende Wasser noch andere Gebläse einer nahe unterhalb demselben befindlichen Bleihütte und eines Abtreibherds in gehörigem Gang zu erhalten hat, und zu Anbringung einer Vorrichtung, welche die daherkommenden, veränderlichen Einflüsse abgeschnitten haben würde, keine Zeit übrig blieb. Uebrigens ist noch zu bemerken, daß der Prony'sche Dynamometer an der verticalen Kreiselradwelle unmittelbar angebracht und an dem äußern Hebelende mit einer horizontalen Schnur verbunden war, welche über eine Leitrolle ging, und eine Wagschale von ermittelter Schwere zum Auflegen der Gewichte enthielt.

Die Friction der Leitrolle wurde für einige Belastungen genau ermittelt, für die übrigen aus den beobachteten berechnet, und die erhaltenen Werthe zu dem Gewichte der Wagschale und den Auflegegewichten geschlagen, da stets nur so viel der letztern aufgelegt wurden, daß dem Rade noch eine schwache Tendenz verblieb, die Wagschale heben zu wollen. Blatt 55 Fig. 230, ist ein senkrechter Durchschnitt von dem Kreiselrade; Fig. 231 zeigt die Einrichtung der Schaufelung.

Bl. 55. Fig. 230 und 231. In jener stellt A A die im Lager B laufende Königswelle der Turbine dar, die an ihrem unteren Ende die Scheibe C trägt, an deren äußerm Umfange sich das eigentliche Kreiselrad D mit den Stoßschaufeln befindet. E E ist ein bei F F auf Balkenwerk fest aufgebrachter, die Welle A concentrisch umschließender Cylinder, der sich unterhalb in einer Scheibe G endet, auf welcher die Directionsschaufeln geschraubt sind, die dem in das Rad D tretenden Wasser die gehörige Richtung geben. H H ist die kreisrunde, den innern Raum über den Directionsschaufeln umgebende Schütze, K K sind zwei der vier Führungsstangen, welche zum Aufziehen und Herablassen der Schütze dienen und die oben bei L an der sich an dem Cylinder E schiebenden Muffe oder der Hülse M befestigt sind. N bezeichnet eine der in der genannten Hülse befestigten Warzen, womit M in den beiden parallel neben einander liegenden Hebeln O O, deren gemeinschaftlicher Drehpunkt P ist, aufgehangen ist. Bei Q ist im Balkenwerk R eine Schraube angebracht, welche die Bewegung desselben und so weiter die der Schütze H bewirkt. x x stellt die Liederung der Schütze dar.

S zeigt einen auf seiner Länge rechtwinkelig durchschnittenen Hebel, dessen Lastpunkt der Bolzen T ist und der zum Auf- und Abstellen der Welle A A ꝛc. dient. Zwischen E und G bemerkt man einen den Cylinder keilförmig umschließenden Kranz, der sich mit seinen Armen auf den cylindrischen Raum stützt, in welchem sich die Schütze H concentrisch bewegt und dessen Vorhandenseyn zu den nöthigen Parallelstellungen von der größten Wichtigkeit ist. U ist das Gerinne, in welchem dem Rade Wasser zugeführt wird, V der Boden desselben, W tragendes oder stützendes Balkenwerk, X X eben solches Mauerwerk, und Z der obere gewölbte Theil des Zuführkanals.

In dem Grundrisse Fig. 231 bezeichnen gleiche Buchstaben gleiche Größen der ersteren. J J sind Backen, welche, zwischen den Leitcurven passend, die austretenden Wasserfäden mehr parallel legen und gleichsam wie Ansatzröhren an Ausflußöffnungen wirken.

Auch möchte die Verzeichnungsart, sowohl der Stoß- als Leitcurven, hier anzugeben nicht ohne Interesse seyn.

Zu diesem Ende bezeichnet c b die Richtung des unter einem Winkel von 56° einfallenden Wasserstrahls; b e die Radtangente für den Punkt b; c b die Geschwindigkeit des Wasserstrahls; b e die des Rades an seiner innern Peripherie. Ferner ist b d die Resultante der beiden Geschwindigkeiten c b und b e, welche erhalten wird, wenn man das Parallelogramm c b d e construirt. Auf b d in b errichtet man die Normale

g b und macht den Bogen b h = $^2/_3$ Bogen f g, um den Endpunkt h der Schaufel b h zu finden; für diesen Punkt h wird die Tangente h i gezogen und an h der Winkel k h i = 15° aufgetragen, worauf man aus h auf k h die Normale h m errichtet. In den beiden Normalen b g und h m liegen die Mittelpunkte der beiden Kreisbogen b r und r h, nach welchen die Radschaufeln construirt sind, und es ist r p = 5″, h m = $10^1/_4$″. Blatt 55. Fig. 231.

Die Leitcurven erhält man, wenn man < a b c = < c a b macht, durch q die Gerade q n parallel zu a b zieht, auf a c und c b beziehlich, aus q und n die Normalen q o und n o bis in o errichtet, und aus diesem in o erhaltenen Mittelpunkte mit dem Halbmesser o n = o g den Bogen n g beschreibt.

Als völlig neu ist an der vorliegenden Turbine unbedingt die höchst einfache Schützenbewegung zu nennen. Ein zweiter neuer Gegenstand ist ferner der Schützenkranz und das Verhältniß des Inhalts des Zuführapparats zum Inhalt der Summe der Wasseraustrittsöffnungen, welches nicht wie bei Fourneyron wie 4 : 1, sondern wie 8 : 1 ist.

§. 248.

Fortschritte der Turbinen.

Seit der Beendigung der ersten Auflage dieses Werkes sind die Fourneyron'schen Turbinen durch ihren Erfinder selbst, wie durch Andere wesentlich verbessert, auch neue Systeme aufgestellt und ausgeführt worden, so daß man gegenwärtig drei Hauptgattungen von Turbinen unterscheidet; nämlich

a) Fourneyron'sche gewöhnliche und verbesserte;

b) Schottische, auch Whitelaw'sche, von ihrem Erfinder Whitelaw, und

c) Jonval'sche, auch Fontaine'sche, nach den Erfindern Jonval und Fontaine.

Der Hauptunterschied derselben besteht darin, daß, obgleich alle mit Stauwasser arbeiten, wie die Poncelet'schen Räder, bei den Fourneyron'schen das Aufschlagwasser senkrecht abwärts drückend, nach vielen Punkten der Peripherie des Rades, durch besondere Leitschaufeln in dieses eingeführt, wagrecht ausströmt, während es bei den schottischen, durch eine gebogene Fallröhre von unten nach aufwärts einströmend, durch wenige Oeffnungen — oft nur zwei — und ohne Leitschaufeln, ebenfalls in wagrechter Richtung ausströmt, ähnlich dem Segner'schen Wasserrade; während dasselbe bei den Jonval'schen wohl auch von oben nach abwärts, jedoch in schiefer Richtung, geführt durch eigene Leitschaufeln,

wie beim Fourney on'schen Kreiselrade, von innen nach außen strömt. Außer diesen Hauptunterschieden liegt auch noch ein solcher in den Schützen; diese sind, wie bekannt, bei den Turbinen von Fourneyron innere (Stellfallen), während sie bei den schottischen und Jonval'schen äußere, vom Rade entfernt sind.

Die Turbinen charakterisiren sich im Allgemeinen:

Dieselben sind bei allen Gefällen anwendbar, besonders wie die oberschlächtigen Räder von 6 Fuß angefangen; eignen sich aber gut für hohe Gefälle von 30 Fuß an, wo die oberschlächtigen Räder zu schwerfällig und kostspielig auszuführen sind, während die Turbinen weit kleinere Durchmesser und zwar um so kleinere erhalten, je größer die disponible Gefällhöhe ist, wobei also auch die Anzahl der Umläufe eine größere im allgemeinen, und eine um so größere im besondern wird, je kleiner der Durchmesser des Rades ist, und es eignen sich daher auch diese ihrer großen Geschwindigkeit halber besonders für Maschinen, wo diese erfordert wird, wie bei Mahlmühlen, Spinnereien, Sägmühlen 2c.

Das Hinterwasser, welches bei allen anderen Wasserrädern den Effect stark vermindert, afficirt hier die Wirkung fast gar nicht, daher man auch das ganze Gefälle benützen und die Räder am tiefsten Gefällspunkte anordnen kann; sie erfordern einen verhältnißmäßig geringen Raum gegen die anderen Wasserräder, und können deßwegen leichter als diese vor dem Gefrieren gesichert werden; allein mehrere sind mißlungen und gegen gewöhnliche unter- oder oberschlächtige Räder vertauscht worden. Es setzt ihr Gelingen eine große Praxis in der Berechnung und Construction mit genauer Ausführung voraus, und es sind in Deutschland bezüglich ihres Nutzeffectes dieselben theils unter guten ober- und unterschlächtigen Rädern geblieben, theils haben sie dieselben erreicht; manchmal soll dieser sogar noch übertroffen worden seyn, was wir jedoch dahingestellt seyn lassen. Jedenfalls ist es sonderbar, daß uns mehrere in kürzester Zeit in England gewesene Praktiker, welche sich hierum bekümmert haben, versicherten, sie hätten dort keine Turbinen, sondern nur ober- und unterschlächtige verbesserte Räder in Anwendung gesehen; deßgleichen daß auch bei uns — wie in letzterer Zeit besonders die Jonval'schen Turbinen ein Modeartikel geworden sind und bei Mühlen und andern allenthalben ausgeführt werden — Maschinenbauer, welche solche liefern, nicht mehr als 60 Procent Nutzeffect garantiren, was und mehr noch jedes gut ausgeführte Kropf- und oberschlächtige Rad gibt.

Um jedoch den Fortschritten hierin Rechnung zu tragen, haben wir, wie bei den übrigen Wasserrädern, auch bei den Turbinen in Nachfolgendem mehrere Beispiele aufgenommen.

§. 249.

Verbesserte Turbine von Fourneyron.

(Etagenrad.)

Blatt 57. Fig. 239 bis 256. Bl. 57.

Diese Turbine ist von Fourneyron construirt und ausgeführt in der Mahlmühle zu St. Maur bei Paris. Dieselbe ist dargestellt in den Projectionen Fig. 239, 240 und 241; Fig. 239 ist ein Verticalschnitt durch die Wellachse nach 1,1 in Fig. 240; Fig. 240 ist ein Horizontalschnitt nach 2,2 in Fig. 239. Fig. 241 ist eine Ansicht von oben. In den übrigen Figuren sind wesentliche Theile einzeln dargestellt, welche in nachfolgender Erklärung, sowie später noch besonders besprochen werden. Fig. 239.

Die Turbine besteht ähnlich der früher beschriebenen Fourneyron'schen, aus dem Rade A aus Guß- und Schmiedeisen, welches auf der Welle B fest aufgesteckt ist, aus dem Leitschaufel-Apparate C, gleichfalls aus Guß- und Schmiedeisen und aus der Schütze D, theils aus Guß- und Schmiedeisen, theils aus Holz und Leder. Der aus Gußeisen bestehende untere Radkranz, Schild oder Teller A ist mit der gußeisernen Welle B mittelst eines aus zwei Theilen bestehenden, außen conischen Ringes i aus Schmiedeisen, eingelegt in eine, in der Welle ausgedrehte Nuth und einem Schlußkeil verbunden, hat vier kreisrunde Oeffnungen o und trägt die krummen Radschaufeln a, 30 an der Zahl, aus Eisenblech mit einem aus gleichem Materiale bestehenden Oberkranze und zwei solchen Zwischenkränzen, durch welche drei Abtheilungen (Etagen) a^1, a^2, a^3 gebildet sind. C die gußeiserne Unterplatte als Trägerin der Leitschaufeln b, ist an ihrem unteren Ende auf die feststehende gußeiserne Röhre E, ähnlich dem Rade A, auf die Welle B durch einen, aus zwei Theilen bestehenden schmiedeisernen Ring i befestiget und trägt 24, Leitkurven (Leitschaufeln) b aus Eisenblech, von welchen die Hälfte bis an die Röhre E reicht und mit dieser fest verbunden ist, während die zweite Hälfte erst in einer bestimmten Entfernung von der Röhre E beginnt und am Boden mit dem Schild C in fester Verbindung steht. Die Röhre E ist an ihrem oberen Ende mit horizontalen eichenen Trägern (Balken) sowie unterhalb durch ein Halsband g mit Schrauben f befestiget, welch letztere von drei guß-

Blatt 57. Fig. 239. eisernen Trägern h ausgehen, die ihrerseits auf dem flachen Rand des gußeisernen Rohres F durch Schrauben befestigt sind.

Das Rohr F bildet den Aufschlagwassereinlauf, sowie die Direction für die Stellfalle D und ist durch Schrauben mit starken Balken H aus Eichenholz verbunden, welche die Träger des Aufschlagwasser-Reservoir bilden.

Fig. 251. Die Schütze, in Fig. 251 noch besonders dargestellt, besteht aus einem gußeisernen Rohre D, gehalten durch drei Schrauben I, von welchen jede an ihrem obersten Ende ein Gewinde I' trägt, dessen Mutter mit einem wagrechten Stirnrade K in fester Verbindung steht, welches sich mit diesem, nur um die mathematische Achse der Schraube I, I' drehen kann. Die drei Stirnräder K der Schrauben I, I' greifen ihrerseits in ein gemeinsames wagrechtes Stirnrad L ein, welches durch ein Vorgelege, bestehend aus einem Getriebe M, einem auf derselben Achse festen Schraubenrade N, einer Schraube O und zwei verticalen kleinen Stirnrädern P mit Kurbel (Gewinde ohne Ende) in Bewegung gesetzt, die erwähnten drei kleinen Stirnrädern gleichzeitig bewegt, so daß je nachdem die Drehung desselben nach der einen oder andern Seite stattfindet, der ganze Stellfallen-Ring D gleichmäßig gehoben oder gesenkt wird.

Der Stellfallen-Ring D hat an seinem oberen Ende einen auf ihm durch Schrauben befestigten Lederring d (Stulp), welcher, indem er sich an die innere platte Fläche des Rohres anlegt, den wasserdichten Schluß herstellt.

Der Stellfallen-Ring D trägt an seiner innern hohlen Seite, durch Holzschrauben mit ihm verbunden, krumme Hölzer G, welche zwischen die Leitschaufeln b gut einpassen; dieselben sind unten und oben abgerundet, zur Verminderung der Contraction.

Wie schon früher angeführt, ist bei den Turbinen der untere Wellzapfen (Spurzapfen) als derjenige, welcher das ganze Gewicht des Rades und der auf dasselbe drückenden Wassersäule zu tragen hat, mit seinem Lager und dessen Schmiervorrichtung besonders zu beachten. Bei der vorliegenden Turbine ist folgende Einrichtung getroffen. Am unteren Ende der Welle B ist der Zapfen k, aus Stahl und gehärtet, in die Welle cylindrisch eingesteckt und durch einen Schlußkeil mit ihr fest verbunden; seine untere Fläche ist aber nicht convex, sondern hohl ausgedreht, und er steht auf einem, an seiner Oberseite convexen Zapfen l, gleichfalls aus Stahl und gehärtet, welcher in eine metallene Büchse m cylindrisch eingesetzt und durch Warzen mit ihr in fester Verbindung steht; ein messingener Ring j, verbunden mit dem Wellende, umgibt beide Zapfen k und l; diese Metallbüchse m wird ihrerseits wieder getragen von einem

gußeisernen Spurlager J, welches mit seiner Unterseite auf einem Hebel K aufliegt und mit einer schmiedeisernen Achse p, an seinem andern Ende K' mit einer Schraube, welche an ihrem oberen Ende durch einen gußeisernen Träger M mit Doppelmutter gehalten wird, verbunden ist; diese ganze Hebelvorrichtung dient zum Tragen der Pfanne m, sowie zum Erhöhen der Welle B mit dem Rade. Der Zapfen k hat in der Mitte nach seiner ganzen Länge ein eingebohrtes Loch, während der untere l an seiner krummen Außenseite 3, nach seiner oben converen Seite gehende Kerben hat, durch welche die Schmiere nach aufwärts zwischen k und l gelangen kann, welche durch eine kupferne Röhre n in die Büchse m eingepumpt wird. Blatt 57. Fig. 242 bis 252.

Fig. 252 haben wir, zur größeren Deutlichkeit, diese so eben beschriebene Construction des untern Zapfens und seiner Pfanne bei durchschnittener Welle nochmals besonders dargestellt.

Detaile.

Fig. 242 — 244, Vorrichtung, welche einerseits das Halslager der Radwelle B, anderseits die Getriebe G der Schütze trägt; dieselbe besteht aus der gußeisernen Bodenplatte D mit einer angegossenen Röhre D' und aus einem oberen solchen Ringe H, welche beide unter sich durch sechs Säulen h mit Schrauben verbunden sind; man vergleiche Fig. 239. Fig. 242 ist ein Verticalschnitt nach 1, 2, 3 in Fig. 243, welcher eine Ansicht von oben ist. Fig. 244 ist ein Durchschnitt des Ringes H nach 4, 5 in Fig. 243. Fig. 245 und 246 die gußeiserne Unterplatte Q als Träger der Leitschaufeln nebst diesen; Fig. 245 ist ein Verticalschnitt nach 5, 5 in Fig. 246, welches eine Ansicht von oben ist, in der die Construction der Leitschaufeln eingetragen ist. Aus Fig. 246 geht hervor, daß die Hälfte derselben, und zwar diejenige R' welche nicht bis an den Hals von Q' reichen, auch nicht so hoch sind, als die übrigen R. Fig. 247 und 248 Schütze mit dem Aufschlagwasser-Einlaufrohre S; Fig. 247 ist ein Verticalschnitt nach 6, 6 in Fig. 248, diese eine Ansicht von oben. Fig. 249 und 250 das Rad A mit seinen 30 Schaufeln aus Eisenblech; Fig. 249 ist Verticalschnitt nach 7, 7 in Fig. 250, welche ein wagrechter Schnitt nach 8, 8 in Fig. 249 ist. In Fig. 250 ist die Schaufelconstruction eingetragen.

Fig. 251 Verticalschnitt durch die Achse des Rades und der Schütze, welche bis zur ersten Etage a' aufgezogen ist.

Fig. 252 Verticalschnitt durch die Welle B an deren unterem Ende mit dem Zapfen und der Pfanne.

Bl. 57. Fig. 253 bis 256. Fig. 253 Verticalschnitt des Rohres F, welches die Turbinenachse B umgibt; U' ist ein gespaltenes Halslager aus Messing mit zwei Stellschrauben.

Fig. 254 Die Radwelle B im Verticalaufrisse mit ihrem unteren Stahlzapfen.

Fig. 255 und 256 Grundriß und Verticalschnitt des Kuppelungsstückes U^2.

Wenn die Turbinen unter gewissen Umständen den ober- und mittelschlächtigen Rädern vorzuziehen sind, so stehen sie diesen wieder in anderer Beziehung wesentlich nach. Es ist bekannt, daß bei einer der letztgenannten Radgattung der Effect, wenn durch Tieferstellen der Schützen ein kleineres Wasserquantum eingelassen wird, welches die Zellen nicht mehr ganz füllt, sich wenig ändert, ja öfters sogar ein größerer wird, was, wenn ein kleineres als das gewöhnliche Arbeitsquantum zu leisten ist, oder wo der Aufschlagwasserzufluß variabel ist, gute Dienste leistet. Bei den Turbinen ist dieses aber umgekehrt; durch eine niedere Schützenöffnung tritt das Wasser mit Stoß in das Rad und leistet so bedeutend weniger, als wenn die ganze Schütze geöffnet ist. Diesem Uebelstande zu begegnen war man in neuerer Zeit bedacht auf Anbringung von Vorrichtungen an den Schützen, sowie an den Rädern selbst, und hiezu gehört besonders auch das vorhin beschriebene Etagenrad von Fourneyron, bei welchem durch die zwei wagrechten Zwischenwände (Zwischenkränze) die drei Etagen a^1, a^2, a^3 gebildet sind, so daß bei niederem Schützenstande eine oder zwei Etagen ganz abgeschlossen sind, und das Wasser nur durch die übrigen Abtheilungen, wie hier gezeichnet, nur durch die unterste Etage geht.

§. 250.

Anlage Fourneyron'scher Turbinen.*)

Sowie bei den übrigen Wasserrädern ist auch bei den Turbinen zuerst zu kennen:

a) das vorhandene und benützbare Gefälle (man versteht unter benützbarem oder disponiblem Gefälle diejenige Höhe, welche nach Abzug der für die Neigung des Gerinnes des Oberwassers, sowie des Unterwassers und dessen Abzugcanales vom Totalgefälle übrig bleibt);

b) das mittlere Aufschlagwasser-Quantum M, welches für die Turbine benützt werden kann.

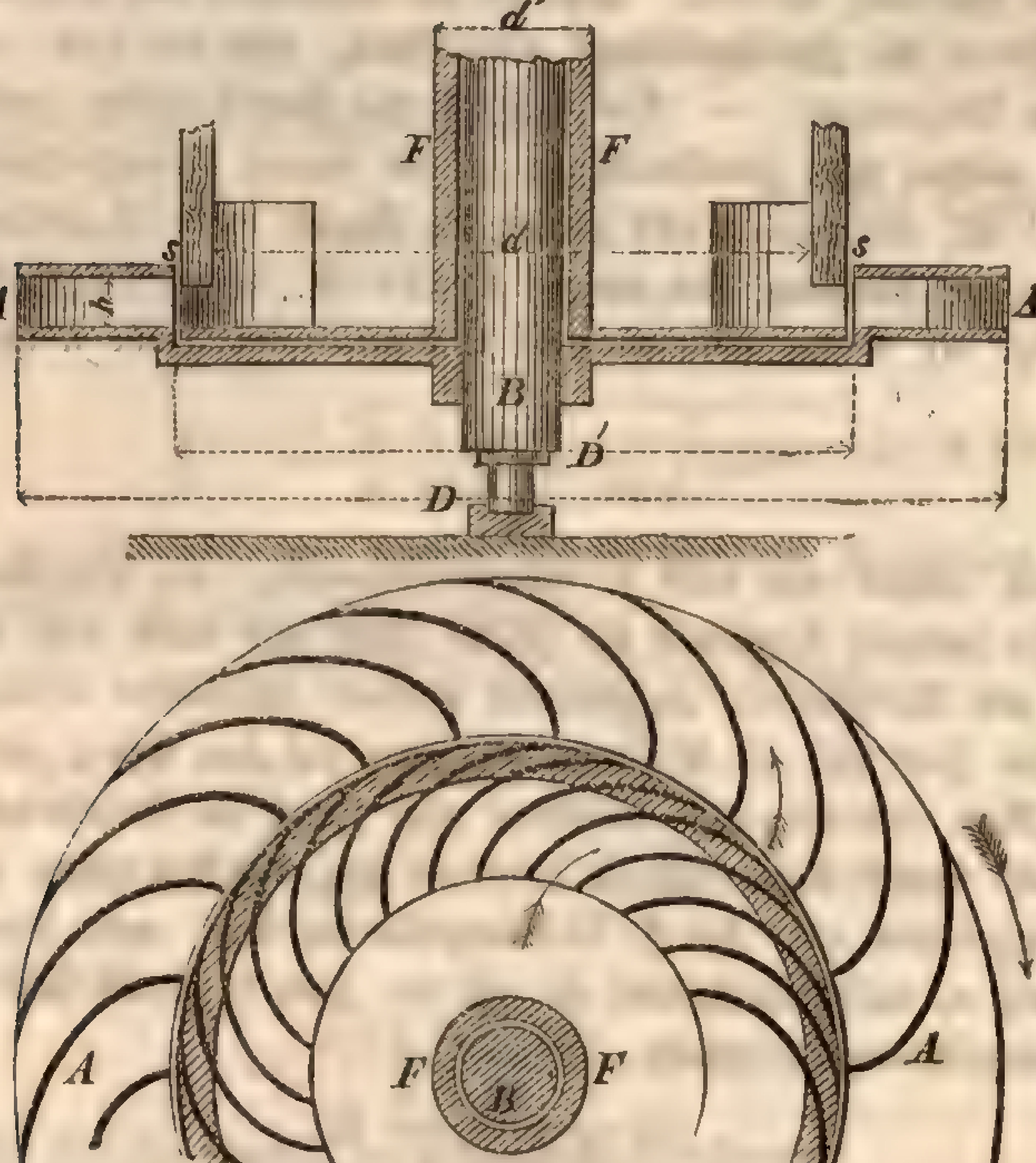
1) Der Schützen- oder Stellfallenring muß eine solche Größe erhalten, daß das Aufschlagwasser-Quantum M mit der dem Gefälle entsprechenden

*) Nach Bernoulli's „Vademecum."

Geschwindigkeit V aus den Schützenöffnungen ausströmen kann. Es ist daher die Summe S aller Schützenöffnungen, bei der Annahme des Contractions-Coeficienten zu 0,60:

$$= \frac{M}{0,60 \times V}.$$

2) Um dem Aufschlagwasser den Eintritt in die Leitcurven so zu ermöglichen, daß es dem Rade seinen ganzen Druck mittheilen kann, ist nothwendig, daß der Horizontalschnitt des Schützenringes mindestens die viermalige Größe der Summe aller Schützenöffnungen hat.



Wenn daher d der innere Diameter des Schützenringes, d' der äußere Durchmesser des die Welle B umgebenden, den Boden der Leitschaufeln tragenden Rohres F ist, so hat man:

$$4\,S = 0,7854\ (d^2 - d'^2)\ ^{*)}.$$

und hiemit $d = \sqrt{\frac{4\,S}{0,7854} + d'^2}$.

*) 0,7854 bezieht sich auf die Bestimmung des Kreis-Inhaltes, welcher gefunden wird, wenn man das Quadrat des Diameters mit 0,7854 oder mit $^{11}/_{14}$ multiplicirt.

Wird zu diesem aufgefundenen Durchmesser die doppelte Dicke des Schützenringes F addirt sowie der Spielraum s, zwischen der Schütze und dem Rade A, so bekömmt man den Diameter D' der innern Radkranzperipherie.

3) Der Durchmesser D der äußern Radkranzperipherie wird bei Turbinen unter 2 Meter $^{10}/_{7}$, bei größern $^{10}/_{8}$ des innern D' genommen.

4) Die Radschaufelhöhe h soll, damit alles Wasser einfließen kann, immer etwas größer genommen werden, als die Höhe der Schützenöffnungen; dieselbe soll jedoch auch wieder nicht zu bedeutend seyn, damit sich das Wasser beim Eintritte zwischen die Radschaufeln nicht verspritzt und von seiner Wirkung verliert. Letzteres zu verhindern hat Fourneyron bei seinen Rädern die Zwischenkränze angeordnet, wie bei dem vorhin beschriebenen Etagenrade. — Die Höhe h der Radschaufeln, zwischen den Kränzen, nimmt man gewöhnlich zu $^1/_7$ des innern Kranzperipherie-Diameters D' an, und man findet ferner die Anzahl x der Radschaufeln, indem man den Umfang des innern Kreises D' durch die Höhe h dividirt, wobei der Raum zwischen zwei Schaufeln der Höhe h gleich wird; sohin ist:

$$x = \frac{\pi D'}{h}.$$

Fourneyron ordnet nur halb so viel Leitschaufeln, als Radschaufeln an, während in anderen Turbinen die gleiche Zahl und selbst noch mehr Leitschaufeln als Radschaufeln angewendet werden; überhaupt scheint es, daß weniger die Zahl als die Richtung derselben auf den Effect einwirkt.

5) Man zeichnet nun, nachdem man zuerst die Geschwindigkeit der äußern und innern Radperipherie berechnet hat, die Leitcurven, nach einer §. 247 gegebenen oder der §. 251 angeführten Art, mißt deren kürzeste Entfernung o, und multiplicirt sie mit der Zahl derselben und der Höhe der Schützenöffnungen, welche

$$= \frac{M}{0{,}60 \times 5} \text{ ist.}$$

6) Die Oeffnungen der Radschaufeln müssen am äußersten Radkreise in gleichem Verhältnisse kleiner, als an der innern Kranzperipherie seyn, indem die Geschwindigkeit des Aufschlagwassers wegen der Centrifugalkraft zunimmt.

7) Was die Geschwindigkeit anbelangt, so ist diese beim Leergange am äußersten Umfange oft gleich der des Wassers; bei der vollen Belastung der Räder soll dieselbe jedoch, zur Erlangung des größten Nutzeffectes, nicht mehr als 0,60 bis 0,70 der V des Aufschlagwassers seyn.

Die Geschwindigkeit des innern Radumfanges soll nie geringer, als die Hälfte von der des Wassers betragen. Bei großen Gefällen und ge-

ringen Wassermengen ergibt es sich sehr oft, daß durch Befolgung der oben gegebenen Regeln die Raddiameter und Schaufelhöhen zu klein ausfallen; hiebei ist zu rathen dieselben größer zu machen und die Schaufelzahl zu vermehren, deßgleichen dieselben schiefer zu stellen, wodurch man vermeidet, daß die Austritts- und Schützenöffnungen zu groß werden.

Beispiel über die Anordnung einer Fourneyron'schen Turbine.

Das Wasserquantum sey 5 Kubikfuß per Secunde; das benützbare Gefälle sey 56 Fuß bayerisch; daher die Geschwindigkeit des Aufschlagwassers beim Eintritte in die Radschaufeln

$$= \sqrt{66{,}7 \times 56} = 61{,}116' \text{ per Secunde,}$$

und die Summe der Schützenöffnungen:

$$S = \frac{5 \text{ Kubikfuß}}{0{,}60 \times 61{,}116} = 0{,}1363 \text{ Quadratfuß.}$$

Der Durchmesser sey $= 0{,}28'$, so ist der innere Durchmesser des Schützenringes:

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}1363}{0{,}7854} + (0{,}28)^2} = 0'{,}876$$

und sohin bei der Dicke des Schützenringes mit dem Spielraum $7'''$, beträgt der innere Spielraum des Rades:

$$= 0{,}876 + 2 \times 0{,}07 = 1'{,}016,$$

$$\text{und der äußere} = 1{,}016 \times \frac{10}{7} = 1'{,}451,$$

$$\text{die Schaufelhöhe} = h = \frac{1{,}016}{7} = 0{,}1451.$$

Die Schaufelzahl:

$$x = \frac{3{,}14 \times 1{,}016}{0{,}1451} = 21{,}98.$$

Die kleinste Geschwindigkeit des innern Radumfanges:

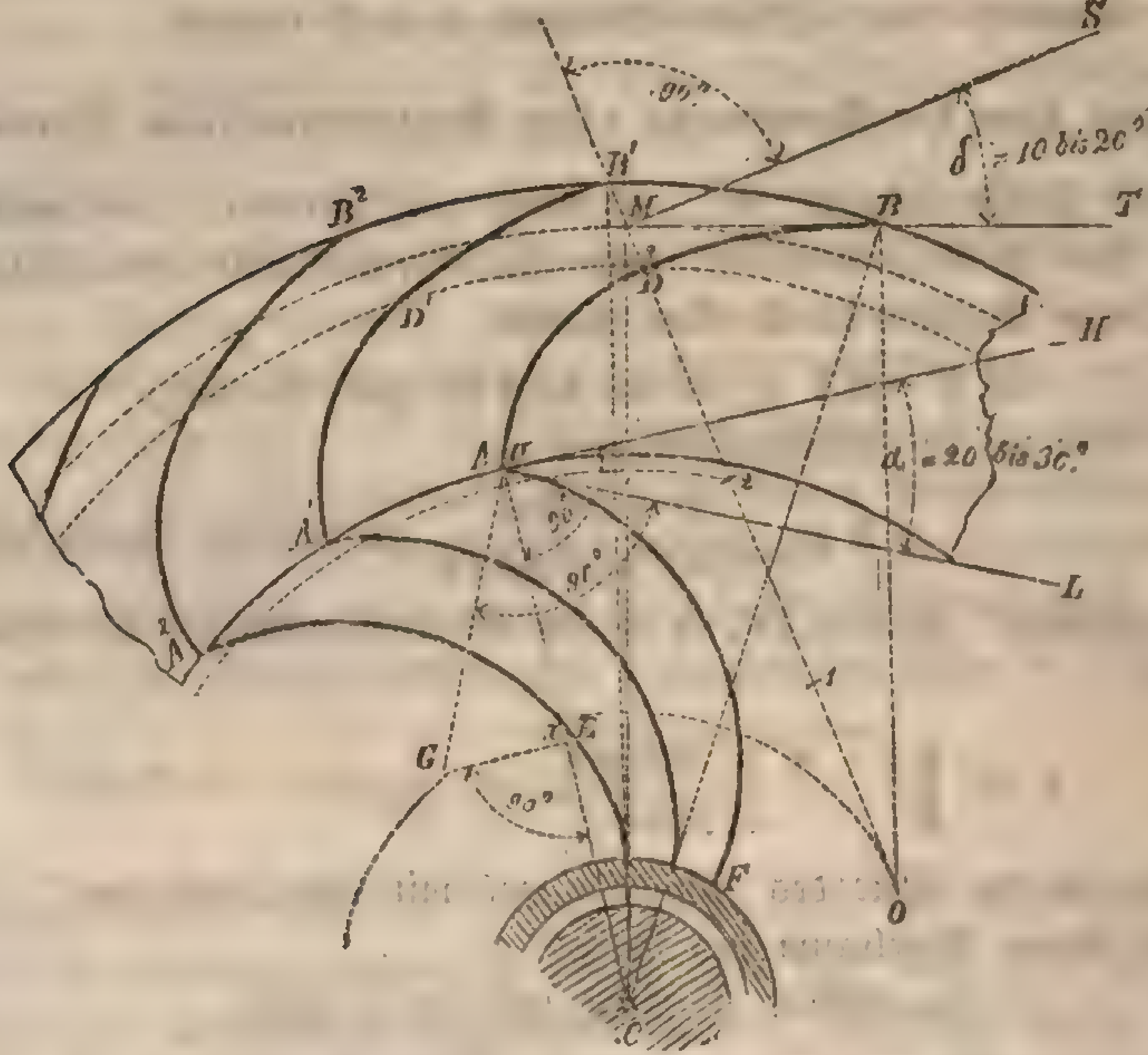
$$= \frac{61{,}116}{2} = 30'{,}558 \text{ per Secunde;}$$

und die kleinste Anzahl der Umgänge des Rades per Minute

$$\text{soll} = \frac{30{,}558 \times 60}{3{,}14 \times 1{,}016} = 574{,}75.$$

§. 251.

Neuere Art Zeichnung der Leit- und Radschaufeln für Turbinen nach Fourneyron. *)



Es wird vorausgesetzt, daß bekannt ist der Radius C M des Kreises M^1, M, M^2, welcher als größte Kranzperipherie gerechnet wird; ferner der Winkel H A L $= \alpha$ als Austrittswinkel des Aufschlagwassers aus den Leitschaufeln, welcher zu 20 bis 30° angenommen werden kann, und zwar ersterer bei hohen, letzterer bei niederen Gefällen; dann der Winkel S M T $= \delta$ als Austrittswinkel des benützten Aufschlagwassers aus den Radschaufeln zu 10 bis 20° und die innere Radkranz-Peripherie A A' A^2. Man beschreibt mit dem Radius C M den Kreis M^1 M M^2 und zieht in B die Tangente M B T, welche ein Schenkel des Winkels S M T $= \delta$ ist, dessen zweiter M S vom Scheitel M aus unter 10 bis 20° Neigung (hier 20°) aufgetragen wird. Aus M wird ein Perpendikel (Normale) M O auf M S gefällt, und aus M mit der halben Austrittsöffnung (Schaufelweite) M D $=$ M B' ein Kreis beschrieben, und durch die Punkte D und B' zwei Kreise aus C beschrieben; ersterer B B^1 B^2 ist die größte Radkranzperipherie, während D D^1 D^2 der Kreis ist, an welchem sich die zwei Kreisbogenstücke

*) Aus Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik.

B′ D′ und D′ A′ mit einander vereinigen. Wo die Tangente M T die größte Radkranzperipherie schneidet, was hier in B geschieht, ist der Anfang des äußersten Bogens B D einer Schaufel, dessen Mittelpunkt O erhalten wird: man verbindet B′ mit C durch eine Gerade und erhält so in B′ C B den Winkel β, mit welchem man gleich groß macht den Winkel B′ O B $= \gamma$, wodurch sich O als Mittelpunkt für den Bogen B D ergibt, dessen Radius O B ist. Der Mittelpunkt K für den innern Schaufelbogen D A wird erhalten, indem man O D in drei gleiche Theile 1, 2, 3 theilt, wo dann 2 K den Mittelpunkt und K D den Radius gibt.

An die innere Kranzperipherie A A^1 A^2 wird in A die Tangente A H gezogen und diese als der eine Schenkel des Winkels H A L $= \alpha$ $= 20$ bis 30^0 genommen, und dessen anderer A L aufgetragen, in A auf A L ein Perpendikel errichtet, ferner C A in zwei gleiche Theile I, II getheilt, und aus I E ein Perpendikel E G auf C A gefällt, welcher den vorhin gezogenen A G in G schneidet; G A ist Radius und G der Mittelpunkt für den Bogen A F der Leitschaufel. Auf den durch K und O aus C beschriebenen Kreisen werden auf erstern die Mittel der übrigen Radschaufeln, auf letztern die der Leitschaufeln eingetheilt.

§. 252.

Schottische Turbinen.

Blatt 57, Fig. 257.

Seit einigen Jahren ist eine besondere Gattung von Turbinen im Gebrauche, welche schottische, Whitelaw'sche oder Stirrat'sche heißen; letztere Namen haben dieselben erhalten von ihren Erfindern Whitelaw und Stirrat. Wie schon angeführt, unterscheidet sich die schottische Turbine von den bis daher kennen gelernten darin, daß sie keine Leitschaufeln hat, und das Aufschlagwasser, welches von unten nach aufwärts strömt, durch eine krumme Fallröhre empfängt; ferner hat das Rad nicht viele, durch die krummen Schaufeln gebildete Zellen, sondern statt dieser nur 2 — 3, höchstens 4 gekrümmte, sich gegen die äußerste Radperipherie verengende Röhren (Schwungröhrchen), durch welche das benützte Aufschlagwasser ausströmt. Bl. 57.

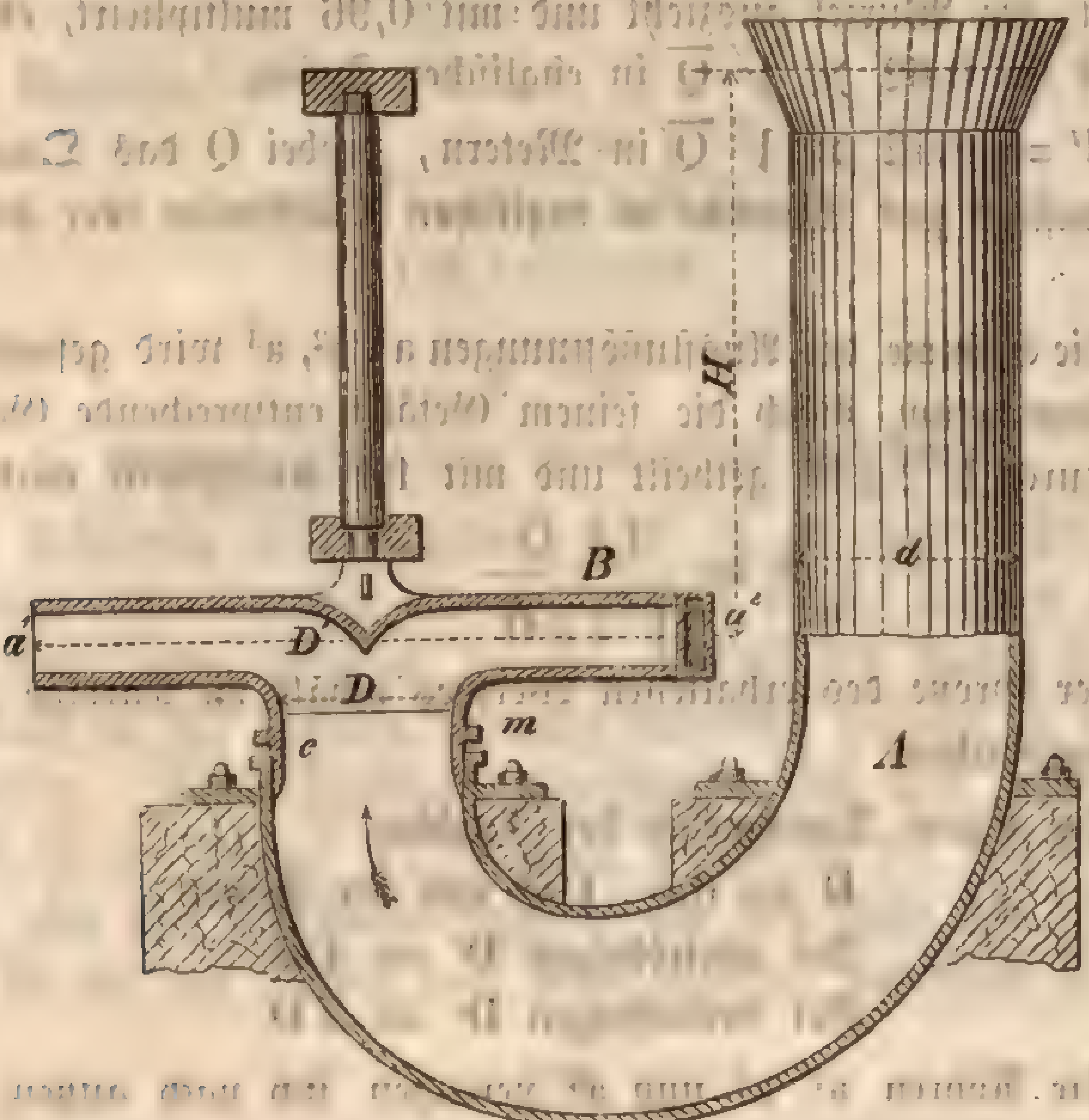
Diesen Rädern liegt das Princip des in der Physik lange schon bekannten Segner'schen Reactionsrades zu Grunde, welches durch die von Whitelaw und Stirrat vorgenommenen Verbesserungen seit der Zeit im Großen, zum Betriebe von Fabriken angewendet wird. Allerdings hat dasselbe Vorzüge vor den Turbinen von Fourneyron und anderen, in Rücksicht seiner großen Einfachheit, und ist anwendbar bei geringerem Auf-

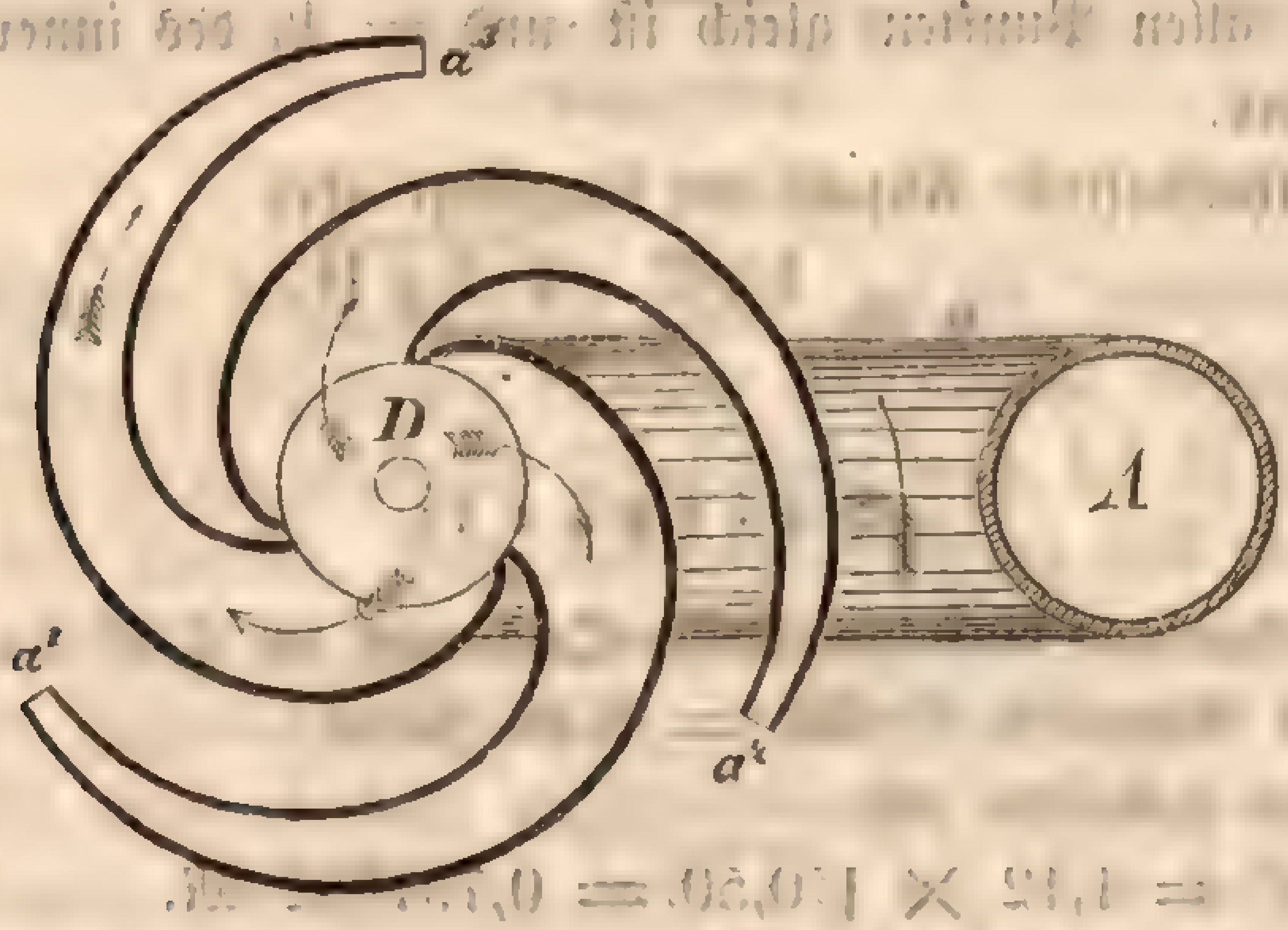
schlagwasser, allein anderseits ist im allgemeinen der Nutzeffect ein geringerer als bei den Fourneyron'schen und anderen Turbinen.

Bl. 57, Fig. 257 haben wir eine Uebersichtszeichnung einer schottischen Turbine aufgenommen; hiebei ist A eine Aufschlagwasser-Zuleitungsrinne, B ein Sammelkasten, C die Schütze. Vom Sammelkasten B aus geht die Einfallröhre D E F, welche bei E mit einer Drehplatte (Drosselventil) versehen ist, durch welche der Wasserdruck regulirt wird. Bei F mündet die Röhre D E in einen feststehenden Cylinder G ein und von diesem aufwärts in das über ihn befindliche Rad H K, welches getragen wird von der Welle L M, auf welche es fest aufgesteckt ist. Das Rad H K hat drei Mündungen a^1, a^2, a^3, durch welche das benützte Aufschlagwasser ausströmt, und in Folge seiner Reaction das Rad mit der Welle in umgekehrter Richtung bewegt. Am oberen Ende der Welle L wird die Bewegung durch zwei conische Räder L und N fortgepflanzt. Das Rad, die Einfallröhre und die Welle, welche an ihrem untern Ende von einer Pfanne getragen, an ihrem oberen durch ein Halsband gehalten wird, sind von Gußeisen. Durch eine kupferne Röhre O, deren anderes Ende nach aufwärts bis über die Höhe des Wasserspiegels im Sammelkasten B geht, wird der Pfanne M Schmiere zugeführt.

Das obere Ende der Röhre G muß mit dem Rade in einer wasserdichten Verbindung stehen, was durch Stopfbüchsen oder Lederstulpen wie bei hydraulischen Pressen oder derartigen Vorrichtungen erreicht wird, übrigens immer eine schwierige Sache ist. Diese Räder werden häufig so angeordnet, daß von einer hohlen Welle aus zwei bis drei oder vier hohle Röhren, Schwungröhren abgehen, durch welche das Wasser ausströmt; dieselben haben als Querschnitt ein längliches Viereck, dessen senkrechte Seiten die längeren sind, und werden in der Regel nach einer archimedischen Spirale oder Kreisevolvente (siehe Verzahnungen), deren Evolute der Kreis der Einfallsröhre ist, geformt. Da wir eine vollständige gute Zeichnung einer schottischen Turbine nicht erhalten konnten, diese Gattung Wasserräder durch die nachfolgenden wie es scheint, besonders den Jonval'schen verdrängt werden, so geben wir nur deren Anordnung, um dann auf jene übergehen zu können.

§. 253.
Anordnung schottischer Turbinen. *)





Nachfolgende Regeln mögen zur Bestimmung der Dimensionen benützt werden:

1) Man bestimmt nach dem vorhandenen Aufschlagwasser-Quantum die Weite der Zuleitungsröhre A, wobei der durch die Reibung herbeigeführte Verlust an Gefälle zu 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc. des ganzen Gefälles angenommen wird.

---

*) Nach Bernoulli's „Vademecum."

Nach Whitelaw wird der Diameter d in englischen Zollen gefunden, wenn man aus dem Wasserquantum per Minute (in englischen Fußen ausgedrückt) die Wurzel auszieht und mit 0,96 multiplicirt, oder:

$d = 0{,}62 \times \sqrt{Q}$ in englischen Fußen,

$d' = 1{,}12 \times \sqrt{Q}$ in Metern, wobei Q das Quantum des Aufschlagwassers per Secunde in englischen Kubikfußen oder Kubikmetern bedeutet.

2) Die Summe der Ausflußöffnungen a^1, a^2, a^3 wird gefunden, wenn das Wasserquantum durch die seinem Gefälle entsprechende Geschwindigkeit oder durch $\sqrt{2\,g\,H}$ getheilt und mit 1,1 multiplicirt wird, oder:

$$S = \frac{1{,}1\ Q}{\sqrt{2\,g\,H}}$$

Je nach der Größe des erhaltenen Werthes erhält die Turbine 2, 3 oder 4 Schwungröhrchen.

3) Der innere Durchmesser der Turbine

$D = 0{,}8 \,.\, \sqrt{Q}$ und der äußere

Bei zweiröhrigen $D' = 4\,D$

Bei dreiröhrigen $D' = 3\,D$.

4) Die Röhren a^1, a^2 und a^3 verengen sich nach außen, während die Höhe an allen Punkten gleich ist und $= \frac{1}{4}$ des innern Diameters genommen wird.

Die vortheilhafteste Anzahl der Umgänge oder

$$n = \frac{15{,}62 \,.\, \sqrt{2\,g\,H}}{D'}.$$

Beispiel:

Das vorhandene Aufschlagwasser-Quantum sey 0,50 Kubikmeter per Secunde, das disponible Gefälle = 8,40 Meter:

Weite der Fallröhre oder:

$$d' = 1{,}12 \times \sqrt{0{,}50} = 0{,}791952 \text{ M.}$$

$$S = \frac{1{,}1 \times 0{,}50}{\sqrt{19{,}62 \times 8{,}4}} = 0{,}04284 \text{ Quadr.-M.}$$

Werden drei Schwungröhrchen angenommen, so muß jede Oeffnung: 0,01428 Quadr.-M. haben.

$$D = 0{,}8 \times \sqrt{0{,}50} = 0{,}56568 \text{ M.}$$

$$D = 3 \times 0{,}56568 = 1{,}69704 \text{ M.}$$

Höhe der Schwungröhrchen:

$$= \frac{0{,}56568}{4} = 0{,}14142 \text{ M.}$$

Weite der Schwungröhrchen am äußeren Umfange:

$$= \frac{0,01428}{0,14142} = 0,1009758;$$

Zahl der Umgänge:

$$n = \frac{15,62 \times \sqrt{19,62 \times 8,4}}{1,69704}$$
$$= 118,15510594.$$

§. 254.

Fontaine'sche und Jonval'sche Turbinen.

Die Erfindung dieser Turbinen fällt in die neuere Zeit; dieselben unterscheiden sich von den Fourneyron'schen darin, daß der Leitschaufel-Apparat nicht mehr innerhalb, sondern oberhalb des Rades ist, und das Wasser nicht an der äußeren krummen Radfläche, sondern an dessen Unterseite austritt. Beide Turbinen unterscheiden sich aber unter sich noch besonders in der Anlage der Schützen, welche bei der von Fontaine unmittelbar ober dem Leitschaufel-Apparat und dem Rade sich befindet, während sie bei der von Jonval vom Rade entfernt, außerhalb ist.

255.

Turbine mit vielen Schützen von Fontaine, Mechaniker in Chartres.

Blatt 57. Fig. 258—278.

Der Erfinder dieser Turbine erhielt bei der Industrieausstellung zu Paris im Jahre 1844 wegen derselben eine silberne Medaille.

Fig. 258 ist ein verticaler Durchschnitt nach 1,1 in Fig. 259 durch die Mitte der Turbine, ihrer Schützenvorrichtung und des Leitschaufel-Apparates. Fig. 259 zeigt die vollständige Turbine, von oben gesehen. Die übrigen Figuren sind Detaile, welche nachfolgend erklärt werden. Fontaine läßt einen oberhalb angebrachten Zapfen das ganze Gewicht der Turbine tragen; dieser Zapfen dreht sich mit einer hohlen gußeisernen Säule A, an deren obern Ende eine Erweiterung A' angegossen ist, um darin Raum für die Pfanne, den Zapfen und die Schraubenmutter zu haben. Diese Säule umgibt fast ihrer ganzen Höhe nach eine Achse B, welche in der Mitte der Fußplatte C gut befestiget ist, und diese selbst ist zuvor auf einen großen Quaderstein D am Grunde des Unterwasserbettes aufgeschraubt. Der obere dickere Theil a dieser Achse ist mit einer messingenen Pfanne b, Fig. 273 vergrößert dargestellt, versehen, und in diese ist eine Spurplatte c von gehärtetem Stahl eingelegt, auf welcher sich der Zapfen d dreht. Letzterer ist von Schmiedeisen, unten angestählt und

Bl. 57. Fig. 258 bis 275.

Bl. 57. Fig. 258 — 272. weiter oben mit einem Gewinde versehen, über welches eine Mutter e geschraubt wird, um die Höhe der Turbine zu reguliren. Soll die Bewegung der Turbine in ein höher gelegenes Stockwerk fortgepflanzt werden, so kuppelt man auf die Säule A eine verticale Achse E und läßt den Zapfen d in dieselbe hineinreichen.

Das eigentliche Rad besteht aus zwei Theilen:

1) aus der Krone F, Fig. 258, 262 und 263, welche aus zwei concentrischen conischen Ringen besteht, zwischen denen sich die gekrümmten Schaufeln f befinden;

2) aus einem gußeisernen Teller H, welcher auf die sich drehende Achse oder Säule mittelst Schrauben h befestiget ist. Die drei Oeffnungen g in diesem Teller gestatten, daß man das Innere reinigen, die Schrauben h anziehen und die Mutterschrauben, durch welche die Krone der Turbine mit einem Teller verbunden ist, einbringen kann.

Ueber der Krone F ist eine zweite G, Fig. 260 und 261 besonders gezeichnet, angebracht. Sie ist mit den Leitschaufeln i aus einem Stücke gegossen, deren Neigung Fig. 266 und 267 der Neigung der Turbinenschaufeln entgegengesetzt ist. Die Zahl der Leitschaufeln beträgt die Hälfte der Radschaufeln, welche 66 ist. Da die Krone G ganz feststehen muß, befestiget sie Fontaine mit Schrauben k auf Balken, welche in das Fundamentmauerwerk eingelassen sind, so daß sie ungefähr gleiche Höhe mit dem gewöhnlichen Unterwasserspiegel haben. An der Krone G sind innen und außen Ränder angegossen, damit man dieselben an eine gußeiserne Scheibe l anschrauben kann, welche mit einem hölzernen Boden n bedeckt wird. Die Scheibe l ist in der Mitte mit zwei metallenen Lagern m versehen, um die Turbinenachse in verticaler Richtung zu erhalten und zu verhüten, daß dieselbe nicht einem Seitendrucke nachgeben könne.

Aus dem Durchschnitt Fig. 258 ist ersichtlich, daß der obere Theil der Krone, da, wo das Wasser in dieselbe einströmen soll, abgerundet ist, und sich an den abgerundeten Theil des Holzbodens anschließt, um den Wassereinfluß zu erleichtern und die Contraction zu verringern. Eine aus zwei Theilen bestehende Röhre K, in Fig. 268 und 269 einzeln gezeichnet, welche sich bis über den höchsten Oberwasserspiegel erhebt, verhindert, daß das Wasser zu den Lagern in der Scheibe l gelangen könne. Fontaine nimmt eben so viele Schützen an, als Oeffnungen in dem Leitrade sich befinden, also 32.

Jede dieser Schützen besteht aus einer rechtwinkligen, gußeisernen Platte p, Fig. 261, 266, 267 und 270 — 272, welche mit kleinen Vorsprüngen versehen ist, die in Nuthen eintreten, die sich in den bei-

den cylindrischen Theilen der oberen Krone befinden. Sind diese Schützen auf die tiefste Stelle herabgelassen, so schließen sie die Zuflußöffnungen vollkommen, wie aus Fig. 267 zu ersehen ist; sind sie aber in die Höhe gezogen, so lassen sie diese Oeffnungen ganz frei, wie Fig. 266 deutlich zeigt. Die Rückseite einer jeden Schütze p ist mit einem abgerundeten Holzstücke r versehen, um dem Wasser so wenig als möglich Widerstand darzubieten, und folglich Kraftverlust zu vermeiden. Diese Holzbekleidung geht bis auf die Ebene des Rades hinab und bedeckt so vollständig zwei aufeinander folgende Schaufeln, wie Fig. 267 zeigt. Bl. 57. Fig. 266 bis 276.

Um alle Schützen gleichzeitig mit einander bewegen zu können, befestiget Fontaine oben an jeder derselben eine verticale Stange j; diese Stangen sind wieder mit einem gemeinschaftlichen Ringe J, Fig. 260, 270 — 272, verbunden, welcher an seinem Innern Ohren t trägt, Fig. 258, um in denselben die drei Zugstangen N befestigen zu können, welche nur gehoben oder gesenkt zu werden brauchen, um zu gleicher Zeit alle Schützen zu öffnen oder zu verschließen. Diese Zugstangen sind an ihrem oberen Ende mit einem Gewinde versehen und gehen durch metallene Muttern in den verzahnten Rädern M, M, welche durch eine endlose Kette f′, Fig. 258 und 259, so miteinander vereiniget sind, daß, wenn das eine derselben gedreht wird, auch die übrigen diese Bewegung annehmen müssen. Deßhalb ist auf dem einen dieser Räder ein cylindrisches Rad P mittelst Schrauben, welche durch die Ohren r′ gehen, befestigt, Fig. 264 u. 265 einzeln dargestellt. Mit diesem Rade P ist ein Getriebe im Eingriffe, dessen verticale Achse ein horizontales Winkelrad a′ trägt, welches durch ein verticales Winkelrad b′ getrieben wird. Auf der Achse c′ dieses letzteren, und zwar im Innern des Gebäudes ist ein Schwungrad Q mit Kurbel angebracht. Die verticale Achse, durch welche das Rad P getrieben wird, geht durch eine Art von Pfeiler oder Säule aus Gußeisen O, welche oben in zwei Arme w endiget, die Metalllager tragen, in welchen sich die horizontale Achse c′ dreht, Fig. 270—272 besonders und in doppelter Maßstabgröße gezeichnet. Die Säule ist auf einem der Arme des gußeisernen Kreuzes L, (doppelte Maßstabgröße) aufgeschraubt, in dessen Mitte eine Metallhülse m′ sich befindet, durch welche die hohle Turbinen- oder Treib-Achse B geht um deren Seitenbewegungen zu verhindern. Um die Bewegung der Zugstangen N, Fig. 276, zu beschränken, wurden auf dieselben unter dem Boden Ringe mit Stellschrauben u aufgeschoben, welche, wenn sie an dem Boden anstoßen, anzeigen, daß die Schützen vollkommen geöffnet sind. Auf diese Weise ist man sicher, daß sie niemals aus ihren Leitnuthen herauskommen und folglich jedesmal an ihre Stelle zurückgelangen, wenn man sie ganz schließen will.

Bl. 57 Fig. 266 bis 277. Die so eben beschriebene Turbine, welche eine Mahlmühle mit vier bis fünf Par Steinen zu treiben hat, arbeitet bei einem mittleren Gefälle von 1,40 Meter. Sie hat, wie schon angeführt, 64 Schaufeln, deren Krümmung durch zwei Kreisbögen gebildet wird, von denen der eine a′ b′, Fig. 266, seinen Mittelpunkt o′ auf der Horizontallinie hat, welche mit der oberen Fläche der Turbine zusammenfällt; der andere hingegen b′ c′ hat seinen Mittelpunkt o oberhalb dieser Linie. Betrachtet man die Curve am äußeren Radkranze, so findet man als Radius des ersten Kreisbogens ungefähr 0,18 Meter, und als den des zweiten 0,30 Meter.

Fontaine suchte die Hauptbedingung zu erfüllen, daß das Wasser so viel als möglich unter rechtem Winkel auf die Radschaufeln gelange und so viel als möglich tangential von demselben abfließe, um den größten Nutzeffect zu erreichen. Die Krümmung der Leitschaufeln besteht ebenfalls aus Kreistheilen, an welche sich aber ein kleines gerades Stück c′ d′ anschließt. Der untere Bogen a′ c′ dessen Mittelpunkt o^2 ist, ist derjenige welcher das Wasser auf die Radschaufeln leitet; er hat einen Halbmesser von 0,28 Meter, so daß er mit der Horizontallinie o′ a′ einen Winkel bildet, welcher nicht über 11 bis 12 Grad beträgt.

§. 256.

Jonval's Turbine.

Blatt 58. Fig. 279—281.

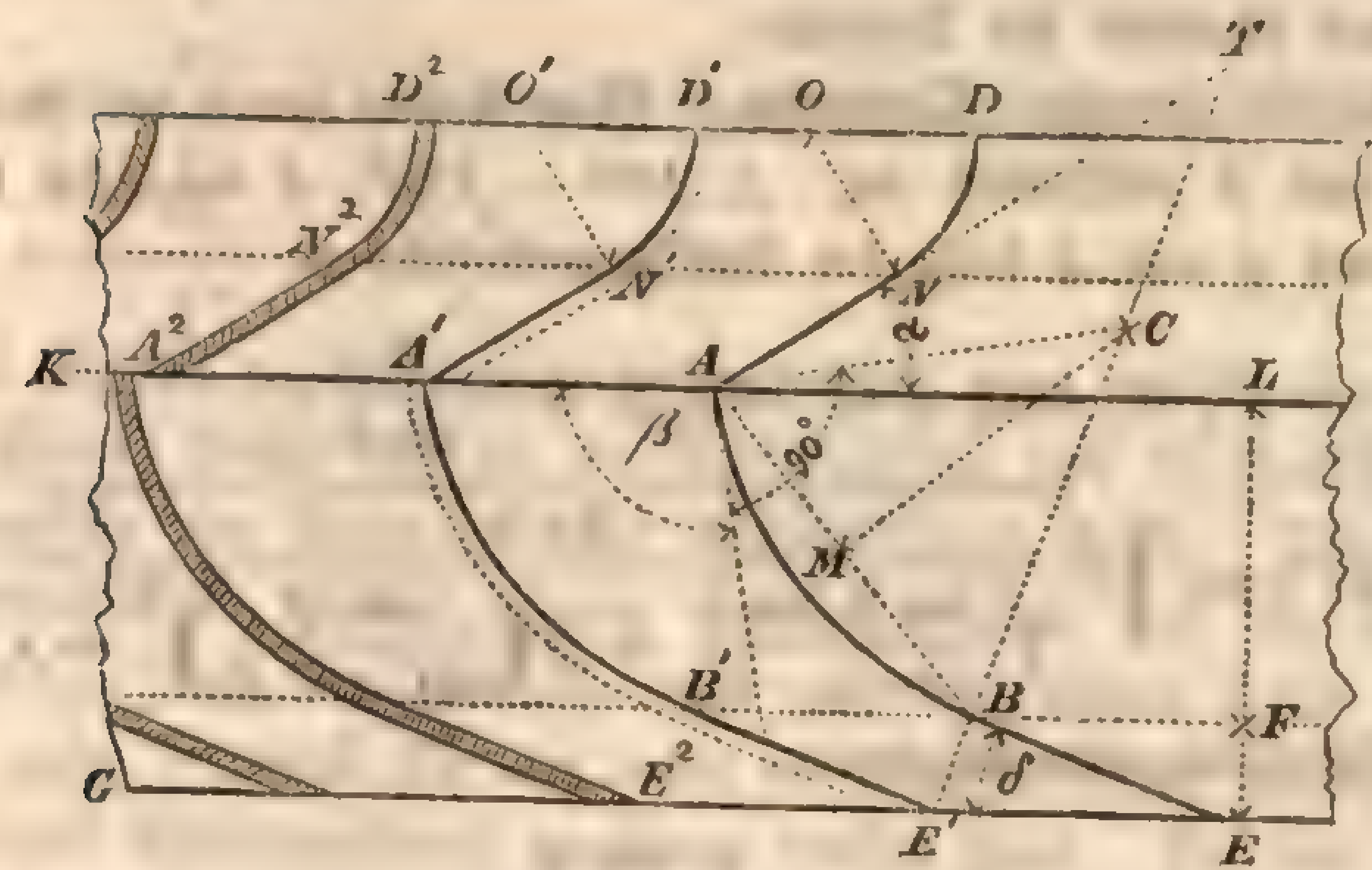
Bl. 58. Fig. 279 bis 281. Fig. 279 bis 281 haben wir eine Uebersichtszeichnung einer Jonval'schen Turbine aufgenommen, und es ist Fig. 279 ein Verticalschnitt durch die Mitte des Rades; Fig. 280 ein Horizontalschnitt ober dem Leitschaufelapparat, und Fig. 281 ein Theil einer äußeren verticalen Projection enthalten. Man nennt diese Turbinen wohl auch doppeltwirkende, weil bei ihnen das Wasser durch Druck und Zug (Saugen) zugleich wirkt. A ist das ebenfalls durch einen Teller mit der stehenden Welle C D verbundene Rad, B der darüberstehende, in das Aufschlaggerinne E conisch einmündende Leitschaufelapparat. Das Zapfenlager ruht in einem Gehäuse C, welches durch die Träger F unterstützt und festgehalten wird. Die Lage der Leit- oder Radschaufeln, sowie ein Theil der Röhre, in welcher das Rad eingeschlossen ist, ist in Fig. 280 bis 281 sichtbar. Um die Oberfläche des Oberwassers ruhig zu erhalten, wird ein hölzerner Schwimmer S aufgelegt, und um den Gang des Rades zu reguliren, wird eine Schütze G in Anwendung gebracht, die sich durch eine Kurbel und Schraube höher oder tiefer stellen läßt. Je nachdem die Schütze höher oder tiefer steht, fließt natürlich auch mehr oder weniger Betriebs-

wasser in das Unterwasser H ab, kann also auch das Rad mehr oder weniger Arbeit verrichten. Der Ständer L trägt das Lager für den oberen Zapfen der Welle C D und das Lager einer liegenden Welle, auf welche die Umdrehung des Rades mittelst eines conischen Räderwerkes M zunächst übergetragen wird. Bei kleinen Rädern kann das Reservoir, in welchem das Rad eingeschlossen ist, aus gußeisernen Röhren zusammengesetzt werden, bei großen Rädern hingegen muß es aus Quadern aufgemauert werden. Bl. 58. Fig. 279 bis 280.

Weitere Zeichnungen der Jonval'schen und ähnlicher Turbinen folgen später.

§. 257.

Anordnung der Turbinen nach Jonval. *)



Hiebei ist zu berücksichtigen:

α, der Winkel der Leitschaufeln zum Horizont (der Eintrittswinkel),

β, der Winkel, welchen der Kopf A einer Radschaufel mit der Radbewegung macht, und

δ, der Austrittswinkel, oder derjenige des Radschaufelfußes D' zum Horizont;

ρ, der Coefficient des Widerstandes in den Schaufelcanälen;

c, die absolute Eintrittsgeschwindigkeit des Aufschlagwassers in das Rad;

c_1, die relative Eintrittsgeschwindigkeit des Aufschlagwassers in das Rad;

*) Nach Weisbach's Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. 2te Auflage.

c_2, die Austrittsgeschwindigkeit des Aufschlagwassers aus dem Rade;

d, Weite der Ausmündungen;

e, Radweite oder Schaufellänge;

n, Zahl der Radschaufeln;

r, der mittlere Radhalbmesser;

s, die Stärke der Radschaufeln;

v, die dem mittleren Radhalbmesser r entsprechende Radgeschwindigkeit;

x, die den Druck des in das Rad eintretenden Wassers messende Höhe.

F, die Summe der Inhalte aller Querschnitte NG′ des aus dem Leitschaufel-Apparate einströmenden Aufschlagwassers.

F_1, die Summe der oberen Querschnitte G′ K′,

F_2, die Summe der untern Querschnitte D E der Radcanäle.

G, das Gewicht der Turbine;

Q, Aufschlagwasser-Quantum. Man nimmt zuerst die Radschaufelwinkel β und δ willkürlich an, β, 100 — 120°, δ möglichst klein, 15 — 20°, aus β und δ folgt der Leitschaufelwinkel α,

$$1)\ \operatorname{cotg} \alpha = \operatorname{cotg} \beta + \frac{1}{\sin \delta}.$$

$$2)\ v = \sqrt{\frac{2gh}{2 \cdot \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} + \varrho \left(\frac{\sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)}\right)^2 + x}}$$

und die Eintrittsgeschwindigkeit:

$$3)\ c = \frac{v \cdot \sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)}.$$

Es ergeben sich hieraus die Querschnitte:

$$4)\ F = \frac{Q}{c}\ \text{und}$$

$$5)\ F_2 = \frac{Q}{v}.$$

Die Radweite oder mittlere Schaufellänge e in radialer Richtung gemessen, stellt man in ein schickliches Verhältniß $\nu = \frac{e}{r}$ zum mittleren Radhalbmesser r. Bei kleinen Turbinen kann $\nu = 0{,}4$, bei großen aber $\nu = 0{,}2$ genommen werden. Deßgleichen hat man für das Verhältniß $\lambda = \frac{e}{d}$ der Schaufellänge oder der Länge der Ausmündungen zur Weite d derselben einen bestimmten Werth = 2 bis 4 zu setzen; ist

daher n die Anzahl der Radschaufeln, und s die Stärke derselben, so hat man nicht nur:

$$F_2 = 2\pi r e \sin\delta - n s e = \frac{2\pi e^2}{\nu} \sin\delta - n s e$$

sondern auch:

$$F_2 = n d e = \frac{n e^2}{\lambda}, \text{ und daher}$$

$$F_2 = \frac{2\pi e^2}{\nu} \sin\delta - \frac{\lambda F_2 s}{e}$$ woraus nun die Schaufellänge

$$6)\ e = \sqrt{\frac{\nu F_2}{2\pi \sin\delta}} \left(1 + \lambda s \sqrt{\frac{\pi \sin\delta}{2 \nu F_2}}\right)$$ folgt,

und sich weiter die Mündungsweite

$$7)\ d = \frac{e}{\lambda},$$ der mittlere Radhalbmesser

$$8)\ r = \frac{e}{\nu}$$ und die Anzahl der Radschaufeln,

$$9)\ n = \frac{F_2}{d e} = \frac{\lambda F_2}{e_2}$$ ergibt.

Die Anzahl n_1 der Leitschaufeln nimmt man gleich oder höchstens um ein Viertel kleiner als die der Radschaufeln, und die Radhöhe b macht man ungefähr der Radweite oder Schaufellänge gleich. Die Schaufeln bilden windschiefe Flächen, deren Erzeugungslinie auf der einen Seite rechtwinkelig durch die Radachse und auf der andern Seite durch eine Leitlinie geht, die man sich auf einen mit dem mittleren Radhalbmesser r beschriebenen Cylindermantel gezeichnet denken kann. Da nun durch Abwickelung eines Cylindermantels auf eine Ebene ein Rechteck entsteht, so kann man Linien in dieses zeichnen, die beim Wiederaufwickeln des Rechteckes auf den Cylinder als Leitlinien für die Schaufelflächen dienen können. Diese abgewickelten Leitlinien lassen sich aber am besten aus geraden Linien und Kreisbögen zusammensetzen.

Ist LK in vorstehendem Holzschnitte der abgewickelte Kreis, in welchem das Rad und der Leitschaufelapparat sich berühren, so findet man die Linie AND für die Leitschaufel, wenn man $AA' = \frac{2\pi r}{n}$ absticht, und AN, A'N'... so zieht, daß der Neigungswinkel $NAL = N'A'L \ldots = \alpha$ ausfällt; wenn man ferner AO' winkelrecht gegen A'N' fällt und nun das aus dem Durchschnitte O' dieser Normale AO mit einer in dem der Höhe des Leitschaufelapparates gleichen Abstande gezogenen Parallelen zu KL einen Kreisbogen N'D', und auf gleiche Weise aus einem anderen Punkte O den Bogen ND u. s. w. beschreibt: AND, A'N'D' u. s. w. sind nun die abgewickelten Leitlinien

von den Leitschaufeln. Um nun die Leitlinien für die Radschaufeln zu finden, ziehen wir im Abstande E L = der Radhöhe h die Gerade E G parallel zu K L, machen $E E' = \frac{2 \pi r}{n}$, und legen die Geraden E B, E' B' u. s. w. so, daß die Winkel B E G = B' E' G dem Austrittswinkel δ gleich werden; ferner fälle man die E' B perpendicular auf B E und lege A B so an, daß der Winkel $A B C = \frac{\beta + \delta}{2}$ wird; errichtet man endlich in der Mitte M der Linie A B das Perpendikel M C, so schneidet dieses von B T das Centrum C des Bogens A B ab, welcher das obere Stück von der abgewickelten Leitlinie einer Radschaufel ausmacht, während die Gerade B E, so wie B' E' u. s. w. den untern Theil derselben bildet.

Man sieht leicht ein, daß bei dieser Construction der Leit- und Radschaufeln das Wasser ohne Contraction mit den Querschnitten A N' und B E' aus dem Leitschaufelapparate und aus dem Rade selbst austritt.

Beispiel.

Es ist die Anordnung und Berechnung einer Jonval'schen Turbine zu vollziehen, welcher ein Aufschlagwasser-Quantum Q von 8 Kubikfuß pro Secunde bei einem Gefälle h von 12 Fuß zu Gebote steht. Nehmen wir $\delta = 15^0$, und $\beta = 110^0$, so erhalten wir:

$$\operatorname{cotg} \alpha = \operatorname{cotg} \beta + \frac{1}{\sin \delta} = - \operatorname{cotg} 70^0 + \frac{1}{\sin 15^0}$$
$$= - 0,3640 + 3,8637 = 3,4997,$$

Hiernach ist

1) $\alpha = 15^0,57'$,

also nahe 16^0 zu machen. Setzen wir nun $\varrho = \varkappa = 0,075$, so erhalten wir die vortheilhafteste Radgeschwindigkeit im Theilkreise

$$2)\ v = \sqrt{\frac{2 g h}{\frac{2 \sin \beta \cos \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} + \varrho \left[\frac{\sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)}\right]^2 + \varkappa}}$$

$$= \frac{7,906 \sqrt{12}}{\sqrt{\frac{2 \sin 110^0 \cos 16^0}{\sin 94^0} + 0,075 \left[1 + \left(\frac{\sin 110^0}{\sin 94^0}\right)^2\right]}}$$

$$= \frac{7,906 \sqrt{12}}{\sqrt{1,8110 + 0,1416}} = \frac{7,906 \sqrt{12}}{\sqrt{1,9626}} = 19,55 \text{ Fuß},$$

und hieraus wieder die entsprechende Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers:

$$3)\ c = \frac{v \cdot \sin \beta}{\sin (\beta - \alpha)} = \frac{19{,}55 \cdot \sin 110^0}{\sin 94^0} = 18{,}415 \text{ Fuß.}$$

Aus diesen Geschwindigkeiten berechnen sich die Querschnitte der Ausmündungen,

$$4)\ F = \frac{Q}{c} = \frac{8}{18{,}415} = 0{,}4344 \text{ Quadratfuß, und}$$

$$5)\ F_2 = \frac{Q}{v} = \frac{8}{19{,}55} = 0{,}4092 \text{ Quadratfuß.}$$

Nimmt man nun das Verhältniß $\nu = \frac{e}{r}$ und das Dimensionsverhältniß $\lambda = \frac{e}{d} = 3{,}5$, und setzt man die Schaufelstärke $s = 0{,}02$ Fuß, so erhält man die nöthige Radweite oder Schaufellänge.

$$6)\ e = \sqrt{\frac{\nu F_2}{2 \pi \sin \delta}} \left(1 + \lambda s \sqrt{\frac{\pi \sin \delta}{2 \nu F_2}}\right) = 0{,}2748 . 1{,}1274$$
$$= 0{,}310 \text{ Fuß;}$$

ferner die Mündungsweite

$$7)\ d = \frac{e}{\lambda} = \frac{0{,}310}{35} = 0{,}08855 \text{ Fuß,}$$

den mittleren Radhalbmesser

$$8)\ r = \frac{e}{\nu} = \frac{0{,}310}{0{,}3} = 1{,}033 \text{ Fuß,}$$

und die Radschaufelanzahl

$$9)\ n = \frac{F_2}{de} = \frac{0{,}4092}{0{,}305 \cdot 0{,}08855} = \frac{40{,}92}{2{,}7} = 1{,}51 \ldots,$$

wofür 16 anzunehmen seyn möchte.

Die Anzahl der Leitschaufeln kann eben so groß seyn seyn. Die Höhe des Rades ist $b = e = 0{,}310$ Fuß und die Weite des Saugrohres ist nur wenige Zolle über $2\,r = 2{,}066$ Fuß, etwa $= 2{,}25$ Fuß zu machen.

Die absolute Geschwindigkeit des aus dem Rade tretenden Wassers ist

$$w = 2\,v \sin \frac{\delta}{2} = 2 \cdot 19{,}55 \sin 7{,}5^0 = 5{,}104 \text{ Fuß.}$$

und die Geschwindigkeit des Wassers in der Saugröhre, da der Querschnitt derselben $= \frac{2{,}25^2 \cdot \pi}{4} = 3{,}976$ Quadratfuß beträgt,

$$w_1 = \frac{Q}{3{,}976} = \frac{8}{3{,}976} = 2{,}012 \text{ Fuß.}$$

Es ist folglich die zu erwartende effective Radleistung:

$$L = \left(h - [\varrho\,(c^2 + v^2) + w^2 + w_1^2] \cdot \frac{1}{2g}\right) Q\gamma$$

$$= (12 - 0{,}016 . [0{,}075\,(18{,}415^2 + 19{,}55^2) + 5{,}104^2 + 2{,}012^2])\ 8.66$$

$$= (12 - 0{,}016\,[0{,}075\,(339 + 382) + 26{,}05 + 4{,}05]) . 528$$

$$= [12 - 0{,}016\,(54{,}10 + 30{,}10] . 528 = (12 - 1{,}347) . 528$$

$= 5625$ Fußpfund.

Durch die Zapfenreibung und durch die hydraulischen Hindernisse im Saugrohre kann diese Leistung bis auf 5100 Fußpfund = 10 Pferdekräfte herabgezogen werden. Der entsprechende Wirkungsrad ist, $\eta = \frac{5100}{8.12.66} = \frac{5100}{6336} = 0{,}80$. Wenn bei einem kleineren Aufschlag die Schütze oder Klappe im Saugrohr gestellt wird, so fällt natürlich diese Leistung noch kleiner aus.

§. 258.

Schrauben-Turbine, angewendet in der Baumwollspinnerei von Plataret in Saint-Maur bei Paris.

Blatt 58. Fig. 282 bis 300.

Blatt 58. Fig. 282 — 300.

Diese Turbine ist eine derjenigen, bei welchen wie bei denen von Fourneyron, das Aufschlagwasser senkrecht von oben wirkt, jedoch nicht an der äußeren krummen, sondern an der ebenen Unterseite wie bei den Jonval'schen, und nicht aus vielen, sondern nur aus zwei Oeffnungen ausströmt; sie zeichnet sich im allgemeinen durch die Einfachheit ihrer Construction aus, in Folge derer sie weniger Wechselfällen, Reparaturen und Zerstörungen ausgesetzt ist als andere; deßgleichen charakterisirt insbesondere noch dieselbe die Anordnung der Schütze.

Diese Turbine ist gezeichnet in:

Fig. 282 als einer Verticalansicht bei durchschnittenem Aufschlagwasser, Reservoir und der Radstube.

Fig. 283. Horizontale Projection mit wagrecht durchschnittenem Aufschlagwasser-Reservoir.

Fig. 284. Verticalansicht der Schütze von innen angesehen bei durchschnittener Radstube.

Fig. 285. Ansicht von oben, bei horizontalem Durchschnitte der Radstube.

Die übrigen Figuren sind Detaile, welche noch erläutert werden.

Die Turbine befindet sich in einem Schachte aus Mauerung und Holz (Radstube), oberhalb mit einem Bretterboden, getragen von einem Holzgebälke, auf welchem einerseits eine Direction für die senkrechte Welle der Turbine, anderseits die Vorrichtung zum Reguliren der Schütze festgeschraubt ist. Die eine schmale Seite der Radkammer ist gebildet durch eine Wand aus senkrechten Ständern und Querbalken mit Bohlenverschlage von Holz, welche die durch eine senkrechte, geradlinig bewegte Schütze verschließbare Oeffnung zum Abzuge des benützten Aufschlagwassers enthält. Diese Schütze ist ähnlich der von Jonval und allein vorhanden, und es steht bei ihrem gänzlichen Verschlusse das Rad stille, indem das Aufschlagwasser den ganzen Raum der Radkammer ober und unter ihr erfüllt; durch das Aufziehen dieser Schütze tritt das Rad in Bewegung, wie dieses der Fall ist bei den verticalen unterschlächtigen Rädern mit Unterfallschützen, deren Geschwindigkeit bis zu einem bestimmten Maximum durch Höheraufziehen vergrößert werden kann. Bl. 58. Fig. 282 bis 300.

Das Rad besteht aus einer doppelgängigen Schraube, welche in einer festen, innen ausgedrehten und polirten Röhre von Gußeisen geht, in der das Aufschlagwasser auf die Gänge dieser Schraube drückt, und an deren Unterseite bei den zwei Oeffnungen austritt.

Die Welle ist in ähnlicher Art angeordnet wie bei der Turbine von Fontaine.

Detaillirte Beschreibung.

A große Quader von Naturstein, ruhend mit der übrigen Bodenmauerung;

B aus gleichem Material, auf einem Grundpflasterbett, getragen von einem Pfahlwerk (Pfahlrost);

C Grundschwelle für den Aufschlagwasserablauf, gleichfalls aus Naturstein;

C' Unterwasser-Schwelle, in welcher bei **B'** zwei Querschwellen aus Eichenholz eingehauen sind;

D Schacht der Turbine, frei an der Oberseite, an den andern drei Seiten geschlossen, und zwar durch zwei gemauerte Seitenwände und durch

E die Unterwand, welche die Schütze enthält und besteht aus

F drei Pfosten von Eichenholz, verspannt durch Kreuze

F', an welche die Bohlen **E** festgenagelt sind;

G und

H eichene Querhölzer, von welchen **G** dem Boden des Turbinenschachtes als Träger dient, und **H** Schwelle für die Schütze ist;

Bl. 58. Fig. 282 bis 287. I Querhölzer, gleichfalls aus Eichenholz, als Hälter der Schützenwand;

K Träger des Schachtbodens;

K′ Bodenbohlen;

G, H, I und K sind in den Seitenwänden eingemauert, und mit ihnen, sowie mit dem letztern ist der Boden wasserhaltend durch Cement und Kitt verbunden;

L gußeiserner Pfannenträger für L′ die schmiedeiserne feststehende Radwelle;

l Pfannenhälter für

M den oberen Theil der beweglichen hohlen gußeisernen Welle;

M′ deren unterer Theil, beide Theile sind durch sechs Schrauben mit einander verbunden;

m die gußeiserne Doppelschraube, befestiget auf M′ durch einen Schlüssel und zwei Druckschrauben;

N gußeiserne Röhre (Schraubengehäuse) auf den Querhölzern K durch Schrauben befestiget; dieselbe ist innen gut ausgebohrt und polirt;
n gußeisernes, dreiarmiges Kreuz, aufgeschraubt auf das Radgehäuse N und Träger eines Halslagers für die schmiedeiserne Radwelle;

O stählerner, gehärteter Zapfen im Kopfe der bewegenden Radwelle MM′;

O′ Oeffnung im Radstuben-Boden zum Einsteigen in das Aufschlagwasser-Reservoir;

P gußeisernes, dreiarmiges Kreuz, Träger des oberen Halslagers der beweglichen Welle MM′ und festgeschraubt auf

Q Balken aus Eichenholz, mit noch schwächern

RR ꝛc. Trägern des oberen Bodens der Radstube;

S Schütze von Eichenholz, als Regulator für das Rad, gleitend an dem Ständer F⁴;

tt an die Schütze festgeschraubte Halslager, ober- und unterhalb mit Schraubenmuttern, welche die Drehung gestatten von

TT den Schützenstangen und ihren Achsen; dieselben sind an ihren oberen Enden mit flachen Gewinden versehen, deren Muttern fest sind in

UU, zwei gußeisernen conischen Rädern, in welche solche Getriebe an

z′ als einer gemeinsamen Achse fest aufgesteckt, eingreifen.

Die Achse z′ trägt noch ein conisches Rädchen z, im Eingriffe mit

x′ einem solchen Getriebe, welches an

x einer senkrechten Achse aufgesteckt ist;

V″ eine Kurbel, durch welche das Heben oder Senken der Schütze S bewirkt wird;

V gußeisernes Bocklager für die Kurbelwelle x;

Z Verschlag von Eichenholz, festgenagelt auf die Ständer F und dienend zum Abschlusse des Turbinenschachtes innerhalb der Schütze und des Fußbodens. Bl. 58. Fig. 286 bis 300.

Z' Verschlag zur Verhinderung des Uebersprudelns des Aufschlagwassers über die Turbine.

Z'' Eingangsthür in die Radstube;

Z''' Fenster der Radstube.

Fig. 286 Untertheil der hohlen, gußeisernen, beweglichen Welle M' des Rades mit einer Verticalebene durch ihre mathematische Achse durchschnitten.

Fig. 287 Obertheil der hohlen, gußeisernen beweglichen Welle M, wie die vorige durchschnitten.

Fig. 288 Vertical-Ansicht der schmiedeisernen festen Welle l, an deren oberem Ende theilweise durchschnitten gedacht, um zu zeigen die Verbindung mit dem Stahlzapfen A, der eisernen Büchse B, der Messingbüchse C, der Spurplatte D, aus gehärtetem Stahl, auf welcher der Zapfen A läuft, und der Splett F, welcher B und l miteinander verbindet.

Fig. 289 das Schraubenrad m in verticaler äußerer Ansicht.

Fig. 290 Verticalschnitt der das Rad m einschließenden Röhre N.

Fig. 291 und 292 theilweiser Grundriß und Verticalschnitt des dreiarmigen Kreuzes n, welches das untere Wellenhalsband trägt.

Fig. 293 und 294 Grundriß und Verticalschnitt der gußeisernen Pfanne L, welche die feste Welle l trägt.

Fig. 295 und 296 die Pfanne im Grundriß und Verticalschnitt.

Fig. 297 und 298 unteres Ende der Schraube T, mit deren Halsband t zum Stellen der Schütze S.

Fig. 299 Ansicht des dreiarmigen Kreuzes P, welches das obere Halslager der Radwelle trägt.

Fig. 300 Durchschnitt eines Armes.

§. 259.

Doppel-Turbine von J. André. *)

Blatt 59, Fig. 301.

Diese Turbine, von welcher nur in Fig. 301 ein Verticalschnitt gegeben ist, ist in Folge des Bedürfnisses eines Motors, welcher bei einem variirenden Gefälle von 0,8 bis 2,5 Meter, und einer mehr als ausreichenden Wasserkraft einen mittleren Nutzeffect von 40 Pferdekräften Bl. 59. Fig. 301.

*) Armengaud, Publication industrielle, Tome 6.

Bl. 59. Fig. 301. leistet, entworfen worden. Bei den angegebenen Gefällsverhältnissen werden sehr verschiedene Aufschlagsquanta beansprucht. Denn nimmt man bei dem höheren Gefälle den Wirkungsgrad zu 0,6, bei dem niederen Gefälle aber zu 0,5 an, so sind bei ersterem

$$\frac{40 \, . \, 75}{2{,}5 \, . \, 0{,}6} = 2000 \text{ Kil.} = 2 \text{ Kubikmeter}$$

Aufschlag-Wasser erforderlich, während bei dem Gefälle von 0,8 Meter

$$\frac{40 \, . \, 75}{0{,}8 \, . \, 0{,}5} = 7500 \text{ Kil.} = 7{,}5 \text{ Kubikmeter}$$

Aufschlag-Wasser, also ungefähr das vierfache Volumen gebraucht wird.

Diesen Bedingungen läßt sich nur durch eine Turbine von veränderlicher Wirkungsart genügen. J. André hat daher eine Doppelturbine mit zwei Schützen vorgeschlagen, von der Art, daß man bei beträchtlicher Aufschlagwasser-Menge alle oder den größern Theil der Oeffnungen öffnet und bei geringerer Menge nur einen Theil davon.

Die Turbine besteht aus einem großen gußeisernen Kranze **A**, der durch verticale concentrische Scheider in mehrere von einander unabhängige Abtheilungen a, b, c, d getrennt wird, von denen jede mit einem besonders gezeichneten Systeme von Schaufeln versehen ist.

Der Vertheiler oder Leitschaufelapparat **B** liegt über dem Rade und enthält ebenfalls einen Scheider e, durch den er in zwei Abtheilungen zerfällt, wovon die eine f mit den Zellen a, und die größere Abtheilung g mit den übrigen gleichzeitig gefüllt werdenden Canälen b, c und d des Rades communicirt. Die zwei Abtheilungen des Leitschaufelapparates werden durch die ringförmig gestalteten Schützen **C** und **D** unabhängig von einander geschlossen, indem diese Schützenringe die Durchmesser und die Weite der entsprechenden Abtheilung besitzen. Jeder solcher Ring hängt an einigen Zugstangen h h′, die sich durch eine passende Vorrichtung gleichzeitig heben und senken lassen.

Bei 2,5 Meter Gefälle wird nun die Abtheilung f geöffnet, und es werden alsdann nur die Canäle a gefüllt; bei geringerem Gefälle schließt man dagegen C und zieht die Schütze D auf, um das Wasser durch die Abtheilung g einzuführen, und durch die Abtheilungen b, c, d gleichzeitig ausfließen zu lassen. Nöthigenfalls kann man auch alle beiden Schützen ziehen und das Wasser durch das ganze Rad ausfließen lassen. Die Eintrittsverluste des Wassers in die Leitschaufeln sind durch die Austrichterung der letzteren gemindert. Der Leitschaufelapparat ist aus Gußeisen und ruht auf einem Holzrahmen **E**, der auf gußeisernen Trägern liegt. Der mittlere Theil hat die Form einer Glocke, um das Wasser gut

zu leiten, und ist im Mittel zur Einführung der verticalen Welle G der Turbine durchbohrt.

Letztere ist hohl gegossen und trägt zwei gußeiserne Scheiben H, die an ihr mit Keilen befestiget sind, und an diesen Scheiben ist der Radkranz aufgeschraubt. Ein stählerner Zapfenstift I ist in einer feststehenden Büchse J befestiget und läßt die bronzene Pfanne i, die sorgfältig am untern Ende der Welle angebracht ist, auf sich spielen. Die Röhre j im Innern der hohlen Welle führt fortwährend Schmiere zu, welche durch die eiserne Scheibe k am Auslaufen gehindert wird. Die Büchse J sitzt in dem Lager K, welches auf ein steinernes Fundament befestiget ist, und wird durch Stellschrauben centrirt.

Erfahrungen über diese Art von Turbinen sind noch nicht gemacht worden.

§. 260.

Turbine von Laurent und Deckherr. *)

Blatt 59. Fig. 302—304.

An dieser Turbine bemerken wir zunächst eine sehr zweckmäßige Schmiervorrichtung, welche zugleich den Zapfen ganz trocken legt. Diese Vorrichtung ließ sich Laurent im Jahr 1845 speciell patentiren. Zweitens fällt darin eine Vorrichtung auf, mittelst welcher man die Wirkung der Turbine jederzeit mit der Aufschlagswassermenge in Verhältniß setzen, also bei vermehrtem Aufschlag-Wasser die Radweite vermehren, sie aber umgekehrt vermindern kann, wenn weniger Wasser vorhanden ist.

Um diesen Zweck zu erreichen, ist die Schützenvorrichtung so getroffen, daß sie in der Turbine auf- und absteigen und sich mit ihr fortwährend drehen kann, woraus hervorgeht, daß die Canäle der Turbine jederzeit auf eine passende Höhe gestellt werden können, die dem vorhandenen Wasserquantum genau entspricht.

Fig. 302 ist ein Verticalschnitt durch die Achse der Turbine;

Fig. 303 ist ein Horizontalschnitt in der halben Höhe des Rades.

Die eigentliche Turbine besteht hiernach aus einem gußeisernen Boden A, auf welchem die gekrümmten Schaufeln B, deren Höhe für die größte Wassermenge berechnet ist, befestiget sind.

---

*) Armengaud, Publication industrielle, Tome 6.

Blatt 59. Fig. 302 und 303. Der Wasserverbrauch wird durch die kreisförmige Schütze C regulirt, welche die Höhe der Radcanäle bis auf die bei dem geringsten Ausflußquantum erforderliche Höhe zu reduciren gestattet.

Zur Einführung des Wassers in das Rad haben die Erfinder einen gußeisernen Kranz D mit krummen, feststehenden Leitschaufeln a angenommen und eine Glocke E angebracht, welche erstere trägt und mit dem Kranze D zusammenhängt. An diese Glocke ist die Stange b befestiget, die am untern Ende durch ein Lager c geführt wird und mit der Schütze abwechselnd steigen und sinken kann. Vier massive Stücke d, die an dem Kranze der Turbine gelassen worden sind, dienen, ihn mit Schrauben an dem gußeisernen Kreuze F zu befestigen, dessen Nabe auf der stehenden Welle aufgeschliffen und festgemacht ist. Man sieht aus der Zeichnung, daß diese Turbine keinen oberen Kranz besitzt, der bei andern Turbinen die Radcanäle oben schließt; es wird dieß vielmehr durch die bewegliche Schütze selbst bewirkt, welche an ihrem cylindrischen Körper eine Menge Einsatzstücke e von der Form der Radcanäle trägt.

Bemerken wir noch, daß diese Schütze durch die vier vollen Stücke d, welche die Basis der Turbine mit ihrer Einfassung verbinden, ebenfalls in vier gleiche Theile getheilt wird. An der untern Seite der Einsatzstücke sind flache Leder aufgelegt, die man durch aufgeschraubte Blechstreifen am Holze befestiget. Der cylindrische Theil der Schütze ist sorgfältig abgedreht und geschliffen, um in das Rad zu passen; die Einsatzstücke e sind daran mittelst des gußeisernen, am obern Rande der Schütze angeschraubten Randes f befestiget, und die vier Arme g vermitteln die Verbindung mit der Muff h von Gußeisen. Letztere ist durch eine Nuth und Feder mit der Welle verbunden und wird sonach bei der Drehung der Welle sammt der ganzen Schütze mit herumgenommen, ohne dabei in ihrer Verticalbewegung gestört zu werden.

Um das Gleiten dieser Muff auf der Welle zu bewirken, hängt sie an einem gußeisernen Halsringe H, der aus zwei Theilen besteht und mit den beiden krummen Armen I verbunden ist. Letztere nehmen am aufwärts gebogenen Ende Muttern i auf, durch welche die Schrauben J hindurchgehen, welche, durch Ansätze festgehalten, nur um sich selbst drehbar sind und daher den Halsring H nebst dem daran hängenden Schützenapparate auf- oder abwärts schieben, je nachdem sie rechts oder links gedreht werden. Auch die Glocke mit den Leitschaufeln ist so eingerichtet, daß sie mit der Schütze auf- oder niedergehen kann, ohne sich jedoch zu drehen. Es ist nämlich die eiserne Stange b von dem Querjoche k umfaßt, welches durch die Zugstangen l mit den gußeisernen Armen m, die ebenfalls von dem Halsringe H ausgehen, verbunden ist. Durch diese

Vorrichtung wird die Glocke E gezwungen sich mit dem Halsringe H zu bewegen. Bl. 69. Fig. 302 und 303.

Die gußeisernen Supports K, gegen welche die Standringe der Schrauben J befestiget sind, erheben sich über den Boden des Maschinenraumes. Der Kopf der einen Schraube trägt eine Schwungkurbel n, die beliebig nach beiden Seiten gedreht werden kann, und eine Kette ohne Ende o, die über zwei an den Schraubenspindeln sitzende, gezahnte Räder p gespannt ist, überträgt die Bewegung an die andere Schraube. Bei dieser Art von Turbinen tritt das Wasser von unten durch einen unteren, in dem Mauerwerk L ausgesparrten Canal, dessen obere Mündung durch eine gußeiserne Randplatte M, welche den Boden der Leitschaufeln bildet, bedeckt ist. Dieselbe ist durch starke Schrauben an dem Gemäuer von Quadern oder Ziegelsteinen befestiget. Eine obere Grundplatte N ist auf eine kreisförmige Scheibe O geschraubt, und mehrere mit Deckeln verschlossene Oeffnungen gestatten die Untersuchung des Innern. Diese Platte ist im Centrum für die Tragstange q mit Stellschrauben durchbrochen, durch welche mittelst der starken Mutter r der senkrechte Wellenbaum gehoben werden kann.

Aus der Detailzeichnung Fig. 304 ersieht man noch deutlicher die eigenthümliche Einrichtung dieses Zapfens, welcher von den Erfindern „Zapfen mit atmosphärischer Schmierung" genannt wird. Fig. 304.

Der Zapfenständer P ist in einer gußeisernen Schale S eingeschlossen, über welche eine Glocke Q, die mit der Nabe des Sternes F der Turbine aus einem Stücke gegossen seyn kann, gestürzt ist. Die Schale ist voll Oel und enthält das Zapfenlager t mit der Stahlplatte u, auf welcher der Zapfen v der stehenden Welle ruht; sie wird durch Stellschrauben x leicht centrirt. Kleine Säulen y, durch welche Befestigungs-Schrauben hindurchgehen, heben die Schale über die Lagerplatte O, und die Stellschraube q, welche unter derselben befindlich ist, geht durch die Mutter r hindurch, welche durch einen in die Löcher im Umfange gesteckten Bolzen gedreht werden kann, wobei das Lager gehoben oder niedergezogen wird, je nachdem die Drehung nach der einen oder anderen Seite erfolgt. Die Schraube kann sich hiebei nicht selbst drehen, da sie durch eine Nuth in der Platte P festgehalten wird, und kann also nur in verticaler Richtung verschoben werden. Aus dieser Einrichtung geht hervor, daß der Wasserdruck, welcher sich bei steigend anwachsendem Unterwasser um das Lager herum bildet, die Luft zwingt in der Glocke Q zu bleiben, und daher das Wasser daran verhindert in die Schale einzutreten und den untern Wellzapfen v oder die Lagerplatte zu benetzen.

Aus der gegebenen Beschreibung erklärt man sich leicht die Thätigkeit

Bl. 59. Fig. 302 bis 304. dieser Apparate. Das Aufschlagwasser tritt durch den unterirdischen Canal R, Fig. 302, ein, wird von dem Leitschaufelapparate D gegen die Radschaufeln A gewiesen und treibt dieses Rad und mit ihm mittelst der Arme F die stehende Welle G im Kreise herum. Das Aufschlagwasser-Quantum wird durch die ringförmige Schütze regulirt, deren Einsatzstücke den freien Raum zwischen den Radschaufeln erfüllen und sich fortwährend mit dem Rade drehen, mögen sie auch von dem Radboden näher oder weiter abstehen. Die Canäle sind also stets gefüllt.

Diese Schützenvorrichtung besitzt noch den großen Vortheil, sich außerordentlich leicht stellen zu lassen, da der Ausdruck des Wassers gegen die untere Fläche der Einsetzbacken der Reibung dieser Theile, ihrem Gewichte und selbst der Last aller die Bewegung fortpflanzenden Maschinentheile sehr wohl das Gleichgewicht halten kann. Während des Ganges der Turbine und selbst beim Abstellen der Schütze ist daher diese Reibung sehr gering.

Will man den unteren Wellenzapfen untersuchen, so zieht man den Keil z, Fig. 302, und befestiget mit vier Schrauben die Nabe und Radarme der Turbine mit dem Arme des Kreuzes des Schützenringes; hierauf windet man die Turbine auf, wobei sich die Glocke um so viel hebt, daß man zu dem Zapfen gelangen kann.

§. 261.

Drehbare Schütze für Köchlin'sche Turbinen. *)

Blatt 59 Fig. 305—307.

Für die Turbinen, welche von oben beaufschlagt werden, wie die Köchlin'schen Turbinen, haben Laurent und Deckherr folgende eigenthümliche Einrichtung angegeben.

Um Turbinen zu erhalten, bei welchen sehr verschiedene Wasserquantitäten benützt werden können, braucht man, wie dieß schon Gentilhomme gethan hat, nur eine Vorrichtung zu treffen, bei welcher für geringere Wassermengen eine Anzahl der Radcanäle verdeckt und nur bei vollem Aufschlagwasser alle Canäle offen gelassen werden.

Bei der zu beschreibenden Construction ist ein Theil der Radcanäle auf der einen Seite nur auf der äußeren Hälfte offen, während die anderen Canäle auf der anderen Seite des Rades nur auf der inneren Hälfte geöffnet sind. Die Schütze ist eine Art cylindrischer Kranz, der auf dem oberen Rande des Leitcurvenapparates ruht, und ist mit zwei halbkreis-

---

*) Armengaud, Publication industrielle, Tome 6.

förmigen Ausschnitten versehen, wovon der eine größere der ersten Reihe Bl. 59. Fig. 305 bis 307.
von Oeffnungen entspricht, während der andere mit dem geringern Durchmesser mit den anderen Oeffnungen correspondirt. Da diese Schütze am äußeren Rande gezahnt ist, so läßt sie sich sehr leicht drehen, und daher eine größere oder geringere Zahl von Canälen sich öffnen.

Fig. 305 — 307 ist diese Vorrichtung gezeichnet. Der Leitschaufelapparat **A** ist ein gußeiserner Ring, dessen Inneres **B** durch gekrümmte Schaufeln in Canäle zerlegt wird, durch welche das Wasser nach dem Rade geleitet wird.

Auf dem oberen Rande dieses Ringes liegt ein horizontaler Schieber mit zwei ringförmigen Oeffnungen **C** und **D**, wovon jede die Hälfte der Leitschaufeln bloßlegt, aber mit dem Unterschiede, daß die eine Oeffnung einem kleinern Durchmesser zugehört als die andere, wenn auch ihre Querschnitte gleich sind. Ueber diesem Schieber ruht nun die kreisförmige Schütze **E**, sorgfältig aufgeschliffen, und ebenfalls mit zwei halbringförmigen Ausschnitten **C'** und **D'**, die den vorher beschriebenen vollkommen gleich sind, versehen. Ein Holzfutter, welches in diese Schütze eingepaßt ist, gibt den Oeffnungen eine Gestalt, bei welcher die Contraction des Wassers beseitigt wird, und der vorspringende Rand **a** am Boden der Schütze erhält sie sicher in der Achse des Leitschaufelapparates und dient ihr zugleich bei der Bewegung als Zapfen. Am äußeren Rande der Schütze sitzt ein gezahntes Rad **b**, in welches ein Getriebe **G** greift, dessen Welle über den Boden heraufgeführt und mit einer Kurbel gedreht wird. Dreht man letzteres Getriebe, so wird dadurch begreiflicherweise die Stellung der Schütze verändert, und es wird sonach ein Theil der Canäle geöffnet oder verdeckt werden. Es werden jederzeit die diametral gegenüberliegenden Canäle gleichzeitig geschlossen, und man kann damit so weit gehen, daß die Leitschaufelcanäle ganz bedeckt sind, die Turbine also stillstehen muß, oder auch nur eine beliebige Zahl von Canälen bedecken, indem man die Zahl dieser Oeffnungen oder den Querschnitt des Austrittes nach der vorhandenen Wassermenge proportionirt.

Diese Vorrichtung erscheint einfach, ist billig, leicht und sicher herzustellen, führt aber allerdings vielfache plötzliche Querschnittsveränderungen mit sich, die lieber umgangen werden möchten.

Nach Versuchen einer Commission von Ingenieurs gibt eine nach diesem Systeme gebaute Turbine in Dolaincourt einen Wirkungsgrad von 0,79, (?) wenn alle Eintrittsöffnungen geöffnet sind.

Bei Verminderung des Aufschlagwassers von 72 auf 49 oder von 3 auf 2 war der Wirkungsgrad noch 0,66; die Geschwindigkeit konnte zu beiden

Bl. 59. Seiten der zweckmäßigsten Geschwindigkeit nicht unbedeutend schwanken, ohne daß der Wirkungsgrad merklich abnahm; die Leistung konnte bis auf das 2,31fache des günstigsten Effectes gesteigert werden, was diese Art von Turbinen für solche Anlagen, bei denen vorübergehend außerordentliche Leistungen gefordert werden, besonders empfehlenswerth macht.

§. 262.

Turbinen, construirt und ausgeführt von Eduard Krafft, Civil-Ingenieur in Straßburg, und Guillemin Jun., Mechaniker in Besançon.

Blatt 59.

Als Schluß der horizontalen Wasserräder geben wir nachfolgend noch zwei Turbinen, welche in dem Werke „Publication industrielle des machines etc. par Armengaud ainé, tome 8" enthalten sind, von wo wir sie entnommen haben. Die eine derselben von 80 Pferdekräften ist bei Soleure in der Schweiz, die andere von 27 Pferdekräften bei einem Gefälle von 1,^{m}60 in Laroche, bei Montbeliard in Frankreich, ausgeführt. Beide Turbinen sind nach Jonval'schem System, jedoch mit eigenthümlich angeordneten Schützen versehen.

Turbine bei Soleure.

Fig. 308 und 309.

Fig 308 u. 509. Fig. 308 ist ein Verticalschnitt durch die Wellachse, wobei man sich jedoch die Welle mit ihrem unteren Zapfen nicht, wohl aber das letztere Lager durchschnitten gedacht hat. Fig. 309 ist eine Horizontalansicht, theils oberhalb der Schützen, theils zunächst am Leitschaufel-Apparate und dem Rade selbst durchschnitten. Diese Turbine hat 1,725 Met. äußeren Durchmesser bei 0,200 Met. Höhe. Das Wasser wird derselben zugeführt durch ein hölzernes Gerinne von 4 Met. Weite und 0,96 Met. Höhe. Eine kreisrunde Schütze A aus Gußeisen, angebracht am unteren Theile des Rades und niedergehend bis zur Platte B des Steinfundamentes, dient das Rad zum Stillstehen zu bringen oder in Bewegung zu setzen; dieselbe kann in senkrechter Richtung gehoben oder gesenkt werden mittelst zweier Zahnstangen C, welche von oben nach abwärts in ihrer Verlängerung schmiedeiserne Bolzen D tragen, die durch an A angegossene, außen vorstehende Lappen durch Keile mit A verbunden sind. Ein gußeiserner Kranz E, getragen von Consolen F, die mit ihm durch Schrauben verbunden und mit der Bodenplatte B in einem Stücke gegossen sind, dient der Schütze A bei ihrer Auf- und Abbewegung als Direction und

ist zugleich Träger des Leitschaufel-Apparates G, welcher aus 24 Leitcurven besteht, die mit ihm in einem Stücke gegossen sind. Das Rad H ist durch vier in einem Stücke gegossene Arme J, welche mit ebensovielen Schrauben am Rade befestigt sind, mit der Welle I verbunden und besteht mit seinem inneren und äußeren cylindrischen Kranze und den Schaufeln aus einem Stücke (im Ganzen gegossen). Ober dem feststehenden Leitschaufel-Apparate G, und zwar auf dessen flachem Rande sind 12 mit Scharnieren a versehene Klappen K (Klappenschützen) angebracht, von welchen schräge Lenker L ausgehen, die mit senkrecht auf- und abbeweglichen Bolzen M durch Gelenke in Verbindung stehen. Diese Bolzen M haben an ihren oberen Enden Handfassen und zunächst diesen bewegliche Spreizen N, welche, wenn die Bolzen M an den Handfassen in die Höhe gezogen werden, sich gleich Sperrklinken (Fallkegel) gegen den Boden stemmen und so die Klappen K in der ihnen gegebenen Höhe erhalten. Da 24 Leitschaufeln und nur 12 Klappen K vorhanden sind, so bedeckt jede der letzteren zwei Oeffnungen der ersteren; bei sehr großen Turbinen hat man ebensoviele Klappen als Leitschaufeln, wo dann jede derselben eine Oeffnung im Leitapparate verschließt, indem sonst der Wasserdruck bei den großen Klappen so groß würde, daß ein Mann eine derselben nicht mehr handhaben könnte. Schließt man die kreisrunde Schütze A, so füllt das Wasser ganz das Innere des gußeisernen Cylinders, in welchem die Turbine eingeschlossen ist; sein Druck wirkt dann auf alle Theile, welche den Mechanismus bilden und dasselbe würde in das Oel-Reservoir O eindringen, in dessen Mitte der Zapfen P ist, und sogleich das Oel durch das Rohr Q austreiben, welches bestimmt ist, dasselbe in O einzuführen. Dieses zu verhindern ist das Oelreservoir versichert durch eine gußeiserne Glocke R, welche aus zwei zusammengeschraubten Theilen von Gußeisen besteht und welche frei in Verbindung steht durch die Oeffnung S, die in der Steinfundament-Platte und durch den Canal S^1 angebracht ist, welcher unten einmündet, so daß, wenn das ausgebauchte Leder b, welches über der Glocke aufsteigt und gegen die Fläche der verticalen Welle I reibt, ein wenig Wasser durchgehen ließe, dieses Wasser keinen Druck auf das Oelreservoir ausüben und ohne Mühe durch den kleinen Abzugscanal S^1 abfließen kann. Bl. 59. Fig. 308 und 309.

Turbine in Laroche.

Fig. 310—313.

Fig. 310 ist ein Verticalschnitt durch die Wellachse, wobei auch die Welle an ihrem unteren Ende durchschnitten gedacht ist; Fig. 311 ist Fig. 310 und 311.

Bl 59. Fig. 310 bis 313. eine Horizontal-Ansicht, theis ober den Klappenschützen, theils ohne diese zunächst am Leitschaufel-Apparate, dann am Rade selbst durchschnitten; Fig. 312 und Fig. 313 sind Detaile, welche sich auf die Schaufel-Construction beziehen.

Wenn man diese Turbine mit der vorherbeschriebenen vergleicht, so sieht man, diese unterscheidet sich von jener dadurch, daß sie zwei Reihen Schaufeln hat, von denen die erste A vorzüglich dient zum Verbrauche kleiner Quantitäten Wassers und die zweite viel weitere A′ der vorhergehenden im Falle niedrigen Gefälles und größeren Wasser-Quantums hinzugefügt wird. Diese zwei Reihen Schaufeln sind mit dem Rade in einem Stücke gegossen und dargestellt in der Abwickelung des äußeren Radumfanges, Fig. 312. Ober dem Rade AA′ ist der Leitschaufel-Apparat gleichfalls mit zwei Reihen Leitschaufeln BB′, welche ebenfalls mit dem ganzen Leitapparate in einem Stücke gegossen sind, der durch Schrauben auf dem Boden C befestiget ist. Das Rad A A′ ist mit der verticalen Welle D verbunden durch in einem Stücke gegossene Arme E, deren feste Verbindung mit jenem durch ebensoviele Schrauben bewerkstelliget ist. Die Welle D hat an ihrem unteren Ende einen gehärteten Stahlzapfen a, wie auch die Pfanne a einen solchen b trägt, eingepaßt in ihrem Grunde, welche auf dem Spurlager F liegt. Oberhalb ist die Welle gehalten durch ein gußeisernes Halsband mit Messing-Futtern. Zwei Reihen Klappen oder Ventile K und K′ bedecken die Fächer des Leitschaufel-Apparates (Austheilers) und sind durch Scharniere befestiget an die an ihren oberen Enden mit Handfassen versehenen Zugstangen M, deren jede einen Vorsprung c hat, der dazu dient, dieselben auf dem Boden zu halten, wenn man sie aufgezogen hat und also die Klappen geöffnet bleiben müssen. Die großen Klappen K′ der inneren Reihe sind vertical, wenn man sie öffnet, die kleinen K der äußeren können, wenn sie geöffnet bleiben müssen, ganz niedergedrückt werden, wie man es sieht auf der linken Seite Fig. 310 und Fig. 311.

Zeichnung der Schaufeln.

Fig. 313.

Krafft hat zur Festsetzung der Elementar-Principien der Turbinen eine Reihe von Gleichungen herzustellen gesucht, welche er in verschiedenen Fällen und bei verschiedenen Gefällshöhen angewendet hat.

Fig. 313 ist die geometrische Zeichnung, welche er für die Construction der Leit- und Radschaufeln gibt. Die Linie m, m′ zeigt eine Leit-, die n, n′ eine Radschaufel.

Es sey

h die Höhe des Wassers ober dem unteren Rande des Leitschaufel-Apparates; Bl 59. Fig. 31.

h' die Höhe der Turbine, deren untere Fläche beinahe bis an den Unterwasser-Spiegel reicht;

α der Winkel des letzten Elementes einer Leitschaufel zum Horizont;

β der Winkel des ersten Elementes einer Radschaufel zum Horizont;

γ der Winkel des letzten Elementes einer Radschaufel zum Horizont;

V die Geschwindigkeit per Secunde mit welcher die Turbine sich dreht; diese Geschwindigkeit ist gemessen auf einem Punkte der cylindrischen Fläche, deren Generatrix ist C D, Fig. 313;

v die Geschwindigkeit des Wassers aus dem Leitschaufel-Apparate in die Turbine;

w die relative Geschwindigkeit der Wasserstrahlen beim Eingange in die Turbine, im Momente deren Eintrittes in die Schaufeln;

w' die relative Geschwindigkeit derselben beim Eingang in die Turbine, im Momente deren Ausganges von der Turbine;

p der Druck in Kilogr. auf die Quadratmeter-Fläche; dieser Druck während des Ganges der Turbine in ihrer oberen Ebene;

g die Zahl 9,81, bezüglich auf den Fall der Körper im Raume. Wenn wir als Coefficienten der Zusammenziehung des Wassers, welches durch die Fächer des Leitschaufel-Apparates geht, 0,92 nehmen, werden wir für die Geschwindigkeit v die Gleichung haben

1) $v = 0{,}92 \sqrt{2g\left(h - \frac{p}{1000}\right)}$ oder

$$\frac{v^2}{2g} = 0{,}84\,h - 0{,}84\,\frac{p}{1000}.$$

Man kann, was die Winkel α und β betrifft, die Gleichung festhalten

2) $\alpha + \beta = 90^0$.

Man könnte auch einen der Winkel α und β für sich nehmen und den andern durch Lösung der Gleichungen finden; aber dieser Weg wäre minder bequem.

Die Bedingung des Wassers ohne Stoß in die Turbine und das Princip des Parallelogramms der Geschwindigkeiten liefern uns dann als dritte Gleichung

3) $w^2 = V^2 - v^2$.

Der Ausfluß des Wassers quer durch die Turbine gibt

4) $\frac{w'^2 - w^2}{2g} = 0{,}84\ h + 0{,}84\,\frac{p}{1000}.$

Um ein gutes Resultat irgend eines hydraulischen Motors zu er-

Bl. 59.
Fig. 513.

halten, muß das Wasser mit einer unbedingt sehr schwachen Geschwindigkeit austreten. Diese Bedingung führt dahin, dem ζ eine sehr geringe Stärke zu geben, 18^0 z. B. und zu machen

5) $w' = V$ *).

Die Beständigkeit des Wasser-Ausflusses quer durch die Fächer der Turbine, abstrahirt von dem Einflusse der Schaufel-Dicke, gibt

6) $w \sin. \beta = w' \sin. \gamma$.

Endlich die Bedingnng des Wasser-Eintrittes in die Turbine ohne Stoß, combinirt mit der Bedingung $\alpha + \beta = 90^0$, gibt als 7te Gleichung

7) $\frac{v}{V} = \sin. \beta$.

Dieses sind die 7 Gleichungen, welche gehörig verbunden, zur Bestimmung der unbekannten Hauptpunkte V, α und β führen und zwar durch Vermittelung der vier anderen Unbekannten v, w, w' und p, welche zu bestimmen unnütz ist zur Kenntniß des Projectes einer Turbine.

Die Elimination der Unbekannten v, w, w' und p führt auf folgende Resultate:

$$v = 2{,}87 \sqrt{h + h'}$$

$$w = \frac{v}{2 \sin. \gamma} + \sqrt{\left(\frac{v}{2 \sin. \gamma}\right)^2 - v^2}.$$

$$V = \sqrt{w^2 + v^2}.$$

$$\sin. \beta = \frac{v}{V}.$$

$$\alpha = 90^0 - \beta.$$

Dreizehnte Abtheilung.

Röhren-Verbindungen und Verzweigungen, dann Theilungs-Röhren.

Blatt 60.

§. 263.

Allgemeine Erklärung.

Um Flüssigkeiten, Dämpfe oder Gase ꝛc. von einem Ort an einen andern hinzuführen, zu leiten, gebraucht man hohle Cylinder,

*) Die Bedingung, welche auszuführen wäre, damit die absolute Geschwindigkeit seine unterste Gränze erreichte, wäre folgende: $V = w \cos. \gamma$, aber sie würde unnütz die Lösung der Gleichungen erschweren.

Röhren, Leit- oder Leitungsröhren genannt. Wenn die zu leitende Masse über die Wahl des Materials einerseits schon oft entscheidet, so ist es auf der andern Seite die Festigkeit, Dauer und der Kostenpunkt, welche hiebei noch einen besondern Ausschlag geben. Unter den Flüssigkeiten wird das Wasser in seinem natürlichen Zustande am häufigsten in Röhren geleitet und hiefür hat man wohl auch die größte Auswahl in Bezug des Materials zu den Röhren. Holz, Metalle, Töpferthon, in neuerer Zeit auch Glas, sind diejenigen Stoffe, welche bis daher am meisten zu Leitungsröhren für das Wasser angewendet wurden. Für warmes Wasser, Dämpfe und Gase eignet sich als Material zu Röhren nur Metall, für warmes Wasser auch Glas; Holz und Thon sind, besonders das erstere seiner geringen Festigkeit bei zu großer Masse, der zweite seiner Gebrechlichkeit und geringen Elasticität halber, für Dampf- und Gasleitungen nicht brauchbar.

§. 264.

Hölzerne Wasserleitungsröhren.

Die Holzgattungen, welche zu Röhren verwendet werden, sind Fichten, Tannen, als die schlechtesten, oft kaum von einer zehnjährigen Dauer, welche 30 Jahre nie übersteigt; bei weitem besser als diese sind Föhren und Lärchen, erstere Gattung besonders in hiesiger Gegend vielfach im Gebrauche; am besten und die längste Dauer hauptsächlich dann gewährend, wenn sie in sumpfigen, immer nassen Boden, oder durch Thonschichten gehend gelegt werden, sind Eichen- und Erlenholz, welche in günstigen Fällen hundert Jahre und noch darüber halten.

Nach dem so eben Angeführten wäre es allerdings wünschenswerth, wenn man hölzerne Röhren stets so tief in den Boden legen könnte, daß sie unter den gewöhnlichen Sommer-Wasserspiegel zu liegen kommen, indem sie dann fortwährend von Wasser bedeckt, jedenfalls die längste Dauer gewähren würden; allein dieses gestatten die Terrainverhältnisse selten, und am wenigsten in Städten, wo die Leitungen ganze Straßen durchziehende Canäle durchschneiden würden und noch unter diese oft in einer Tiefe von 20′ und noch darüber zu liegen kommen, und hiedurch nicht nur das erste Legen, sondern nebst dem die unvermeidlichen Reparaturen höchst kostspielig seyn würden. Man begnügt sich damit die hölzernen, wie überhaupt alle Wasserleitungsröhren so tief zu legen, daß sie von dem stärksten Winterfroste nicht mehr erreicht werden können.

Für Wasserleitungen, welche einen bedeutenden Druck auszuhalten haben, wendet man selten hölzerne Röhren an; ebenso bei solchen, wo der

Lochdiameter unter 1'' und über 8'' beträgt; indem bei so geringen und starken Durchmessern das Bohren der einzelnen Stücke, aus welchen eine Leitung zusammengesetzt wird, nicht mehr gut von statten geht. Die einzelnen Stücke einer jeden Röhrenleitung nennt man Teicheln, hier Teichen, deren Dimensionen sich einerseits nach der zu leitenden Wassermasse, anderseits nach den Materialien, aus welchen selbe gemacht werden, richten. Jede einzelne Teiche besteht meist aus einem Stücke; selbe müssen so mit einander verbunden werden, daß sie möglichst luft- und wasserdicht sind. Hölzerne Teichen werden stets aus ganzen Baumstämmen und nie aus geschnittenen oder gespaltenen Holzstücken gemacht, wofür man möglichst gerade gewachsenes, von Aesten freies, unaufgerissenes, gesundes und zur gehörigen Zeit geschlagenes Holz auswählt; die Länge einer einzelnen Teiche beträgt 10' — 20'; letztere Dimension kömmt selten vor, und kann nur bei Nadelhölzern, welche überhaupt in dieser Beziehung den Laubhölzern vorzuziehen sind, erreicht werden; hier beträgt die gewöhnliche Teichenlänge 16' und man nimmt nur Föhrenholz hiezu; der Lochdiameter beginnt mit $1\frac{1}{2}$'', und geht bis $7\frac{1}{2}$''. Die Löcher sind cylindrisch, und werden entweder aus freier Hand, oder mittelst eigener Maschinen (Bohrmühlen) gebohrt; die Wanddicke wird gewöhnlich gleich dem Lochdiameter genommen und die Außenseite unbearbeitet gelassen, wie der Baum gewachsen ist, besonders bei jenen Leitungen, welche in dem Boden liegen; bei andern bearbeitet man die Außenseite entweder sechs- oder achteckig, oder cylindrisch. Die Teichen werden meist schon im Walde sogleich nach dem Fällen der Bäume auf die gehörige Länge abgeschnitten, dann gebohrt, worauf man sie in Wasser legt, was man Beizen, Einbeizen nennt, und welches zum Zweck hat, den dem Holz eigenthümlichen Geschmack auszuziehen, damit das Wasser nicht jenen Lohgeschmack annimmt, der besonders bei Eichenholz ohne die Beize stark und lang andauernd vorhanden ist.

§. 265.

Verbindung hölzerner Röhren.

Blatt 60. Blatt 60, Fig. 1 — 3.

Die hölzernen Röhren können auf verschiedene Weise mit einander verbunden werden, wobei jedoch meistens noch andere Substanzen als
Fig. 1. Holz gebraucht werden. Fig. 1 zeigt eine der gewöhnlichsten Verbindungen *); dieselbe ist sehr einfach und besteht darin, daß man das eine

*) Diese Verbindung ist besonders im Gebrauche auf den bayerischen Salinen, Berchtesgaden, Reichenhall, Traunstein, Rosenheim, und heißt dort Zusammentaschen oder Taschen glattweg.

Röhrenende A conisch ausbohrt und das andere B entsprechend so zuspitzt, Bl. 60.
welch letzteres dann mit getheertem oder mit Kitt sattgetränktem Hanf umwickelt und in A fest eingetrieben wird, worauf man meistens noch einen schmiedeisernen Ring C anlegt.

Umständlicher als diese Verbindung ist die in Fig. 2 dargestellte; sie Fig. 2.
besteht darin, daß man an das eine Röhrenstück A einen cylindrischen oder nur wenig conischen Zapfen andreht oder schnitzt, dem andern Stücke B wird eine ähnliche Vertiefung gegeben, und beide Stücke werden dann, nachdem man den Zapfen der Röhre A wie oben mit Kitt belegt, oder mit getheertem oder in Kitt sattgetränktem Hanf umwickelt hat, in einander hineingeschoben; über die Fuge wird dann meist noch ein 3″—4″ breiter schmiedeiserner Ring C angelegt, der an jedes Rohrende mit 3—4 Holzschrauben angeschraubt wird.

Am häufigsten aber bedient man sich der Verbindung Fig. 3; hiebei Fig. 3.
werden beide Röhrenenden eben abgeschnitten und stumpfgestoßen; eine aus gutem Schmiedeisen gefertigte Büchse oder Zwinge C — links seitwärts noch in einer äußern Ansicht eigens dargestellt — gibt die Verbindung und den wasserdichten Schluß. Diese Büchse C wird gewöhnlich um 1″—1½″ weiter gemacht als das Bohrloch in den Teichen; ihre Länge beträgt 3″—6″ und ihre Dicke in der Mitte 1‴—3‴, wo sie mit einem um ebensoviel auf ihrer runden Außenseite vorspringenden Rande, G r a b d, versehen ist, welcher das tiefere Eindringen als bis zu ihrer Hälfte verhindert. Gegen beide Enden e und f verläuft sich die Dicke in eine etwas gehärtete, scharf geschliffene Schneide, welche das Eindringen in die Teichen erleichtert.

§. 266.

Verbindung metallener Röhren im Allgemeinen.

Unter allen bisher für Röhren verwendeten Materialien ist das Gußeisen, seiner großen Festigkeit, Dauer und verhältnißmäßigen Wohlfeilheit wegen, eines der geeignetsten. Früher, wo die Gießereien auf dem Continent noch nicht auf jenem Standpunkt der Vollkommenheit waren als sie jetzt sind, war man sehr beschränkt in Bezug der Dimensionen der Röhren. Man konnte Stücke von 3″—4″ Diameter höchstens auf eine Länge von 4′—5′ erhalten, während man sie jetzt zu 1″ Diameter auf diese Länge, und bei 4″—5″ auf die von 9′ und noch mehr Fuße bekömmt.

Die gußeisernen Röhren werden auf verschiedene Weise mit einander verbunden, welche Verbindungen man in folgende drei Hauptclassen eintheilen kann:

1) mit angegossener Muff in einander gesteckt;

Bl. 60. 2) stumpf gestoßen mit angelegter oder gespaltener Muff;

3) mit angegossenen Flantschen, (Lappen) oder Scheiben, mit oder ohne Büchsen und mit Schrauben.

§. 267.

Röhrenverbindung mit angegossener Muff.

Fig. 4 — 6.

Fig. 4. Diese Verbindung wird wegen ihrer Einfachheit, Billigkeit, so wie der leichten Ausführung jetzt häufig angewendet. Sie besteht darin, daß man jede Röhre an ihrem einen Ende mit einer 6″ — 8″ langen Erweiterung C, Stutzel oder Muff genannt, wie in Fig. 4, versieht; diese Muff erhält einen 2‴ — 4‴ größern Diameter als das in sie eingeschobene andere Rohrende, und der Zwischenraum wird mit gut ausgetrocknetem Holz, welches öfters zuvor mit heißem Theer eingelassen wurde, gut ausgekeilt.

Fig. 5. Die Verbindung, Fig. 5, mit angegossener Muff; hier wird die Muff C verhältnißmäßig kürzer, 3″—4″, als in Fig. 4, aber um 6‴—8‴ im innern Diameter größer, auch erhält das in sie eingeschobene Ende der Röhre B einen kleinen, nach außen überstehenden Rand d. Der Zwischenraum c wird mit Blei ausgegossen. Besser noch als die beiden Verbin-
Fig. 6. dungen, Fig. 4 und 5, ist nach unsern eigenen Erfahrungen die in Fig. 6 dargestellte; dieselbe ist bei Wasserleitungen sowohl als für Dampfleitungen zu gebrauchen; sie ist, wie die Fig. 5, mit angegossener, nur verhältnißmäßig langer Muff C 5″ — 7″ von einem 6‴ — 8‴ stärkern innern Diameter als die in sie eingeschobene Röhre A versehen, welch letztere einen kleinen nach außen überstehenden Rand d hat. Der Zwischenraum c wird mit aus Hanf gedrehten Schnüren, welche zuvor mit Kitt sattgeschmiert sind, ausgeschlagen oder es wird das Rohrende A schon mit solchen Schnüren fest umwunden und noch mit Kitt bestrichen, bevor man es in die Muff C einschiebt.

Hanfschnüre und Kitt werden, wenn beide Röhren in einander gesteckt sind, noch mit eigenen stumpfen Meißeln fest eingetrieben, so daß gegen außen noch ein leerer Raum f c bleibt, der mit Blei ausgegossen wird, welcher Bleiring nach dessen Erkalten an seiner Außenseite f mit dem Hammer und stumpfen Meißeln noch angetrieben wird. Für die zu gebrauchende Kitt hat man verschiedene Mischungen, von welchen jene aus gebranntem und in der Luft zerfallenem Kalk, Leinöl und zerhackten Kuhhaaren oder Hanf zu einer zähen Masse zusammenge-

schlagen, für Wasserleitungen am häufigsten gebraucht wird und sich auch Bl. 60.
am besten bewährt hat.

Für Dampfleitungen gebraucht man einen Kitt aus gutem Leinölfirniß und Mennig, wozu manchmal auch Bleiglätte und Bleiweiß genommen und zur gehörigen Consistenz gemengt wird. Außer diesem gebraucht man noch folgende Mischung: nicht gerostete Bohr- oder Drehspäne von Gußeisen, gehörig zerkleinert, aber nicht in Pulver verwandelt, 5 Pfd. 2 Loth Schwefel und 4 Loth Salmiak; diese Mischung wird beim Gebrauch schwach mit Wasser benetzt und mit einem hölzernen Spachtel eingestrichen, dann mittelst eines stumpfen Stopfmeißels mit dem Hammer in die Fugen eingetrieben. Von diesem Kitt darf jedoch nie mehr angemacht werden als man eben braucht, weil er schnell verdirbt; ist er gut bereitet, so wird er so hart wie das Eisen selbst.

§. 268.

Röhrenverbindungen mit ganzer und gespaltener Muff.

Fig. 7 und 8.

Den Röhrenverbindungen mit angegossenen Muffen muß man bei Fig. 7
all ihrer Zweckmäßigkeit dennoch den Vorwurf machen, daß wenn eine Röhre schadhaft geworden ist, man sie einzeln nicht leicht herausnehmen und mit einer andern vertauschen kann. Diesen Vortheil gewähren die stumpfgestoßenen Verbände mit ganzen und gespaltenen Muffen. Fig. 7 ist eine Verbindung mit ganzer Muff; beide Röhren A und B sind ihrer Länge nach gleich dick, stumpf gestoßen, und über dem Stoß ist ein cylindrischer Stutzen, Muff C D, von 7″ — 9″ Länge und von um 5‴ — 7‴ stärkerem Durchmesser als die Röhren A und B geschoben. Der Zwischenraum e f wird mit in heißen Theer oder heißes Oel eingelassenen Keilen gut verkeilt oder mit Kitt ausgeschlagen.

Fig. 8 haben wir eine Verbindung mittelst einer aus zwei Stücken Fig. 8.
bestehenden Muff C und D aufgenommen; hiebei ist jedes Rohrende A und B mit einem gegen die Außenseiten abgeschrägten, über die äußere krumme Röhrenfläche vorstehenden Rand g und h versehen; die Röhren werden stumpf gestoßen, aber zwischen beide wird eine mit Leinöl oder Talk getränkte Scheibe e f aus Sohlenleder eingelegt, und beide dann durch die zwei mit für die Ränder g h entsprechender Nuth versehenen Muffstücke C und D mittelst zweier Schrauben i und k fest zusammengezogen.

Bl. 60.

§. 269.

Röhrenverbindungen mittelst angegossener Flantschen oder Scheiben mit Schrauben.

Fig. 9 — 12.

Die bisher aufgeführten Verbindungen gußeiserner Röhren sind gut und dauerhaft, und eignen sich besonders für solche Leitungen, welche wagrecht oder nur mit geringem Gefälle und Steigungen tief genug in den Boden eingegraben und vor Erschütterungen möglichst bewahrt sind. Wo aber die Leitungen senkrecht in die Höhe oder in bedeutenden Ansteigungen oft über steile Abhänge auf- oder abwärtsgehen, oder über Brücken liegen und bedeutenden Erschütterungen ausgesetzt sind, erachten wir die Verbindung mit angegossenen Flantschen und Scheiben mittelst Schrauben als viel fester und solider.

Fig. 9. Fig. 9 ist eine solche Verbindung mittelst Flantschen gezeichnet und besteht in folgender Einrichtung: Jedes Rohrende A und B hat angegossene flache Lappen C und D, Flantschen, auch Laschen genannt, welche sich in einem über die äußere krumme Röhrenfläche überstehenden Rande g g vereinigen, und wovon jede von gehöriger Entfernung von der Röhre zur Aufnahme von zwei Schrauben ein Loch i h und k l hat; in einer der Flantschen sind die Löcher öfters quadratisch, um das Drehen der Schraube beim An- oder Losziehen zu verhüten.

Die Röhren werden entweder stumpf gestoßen und es ist nur zwischen die Flantschen C, D eine in Leinöl getränkte Lederscheibe e f mit Leinölkitt eingelegt, oder man legt bloß Kitt von gehöriger Consistenz inzwischen; bei Dampfleitungen bestreicht man einen flanellenen Lappen oder Pappdeckel auf beiden Seiten mit dem unter §. 267 angeführten Kitt aus Mennig, Leinöl und Firniß, und legt ihn statt der Lederscheibe zwischen die Flantschen, worauf die Schrauben fest angezogen werden. Die Verbindung mit Flantschen und zwei Schrauben kann bei Röhren von 1½″ innerm Diameter bis für solche von 4″ gebraucht werden; bei lichten Weiten von über 4″ reichen 2 Schrauben selten mehr zur gehörigen Befestigung aus, was oft schon, je nachdem die Umstände sind, bei 3″ der Fall ist; unter solchen Umständen nimmt man dann 3, 4, 6 und noch mehr Schrauben, und gibt den Röhren statt der Flantschen Scheiben, wie in Fig. 10, 11 und Fig. 12. An jedem Rohrende ist eine Scheibe C und D angegossen und mit so viel Löchern versehen, als nach der Röhrengröße Schrauben g, g nothwendig sind. Die Röhren werden, wie in Fig. 11, entweder stumpfgestoßen und
Fig. 11. zwischen sie eine Leder- oder Filzscheibe, oder wie hier eine Scheibe e f

aus Blei eingelegt, welche mittelst der sechs Schrauben fest zusammenge- Bl. 60.
preßt wird. Bei Leitungen, auf diese Weise verbunden, kann man jede schadhaft gewordene Röhre einzeln herausnehmen und sie durch eine neue ergänzen; aber die Scheiben C und D müssen, besonders wenn Bleiringe inzwischen gelegt werden, eine gehörige Breite haben und verhältnißmäßig dicker seyn als bei Kitt und Leder.

Mehr Schluß haltend, besser und daher auch allenthalben gebraucht sind die Verbände mit eingelegten Büchsen oder angegossenen Hälsen, wie in Fig. 10 und 12, welche sowohl bei dem Scheiben-, als dem Flantschenverband gebraucht werden können. Die Büchsen E
Fig. 10 sind entweder von Kupfer oder von Eisenblech, mit drei oder vier Fig. 10.
eingenietheten dünnen Stiften d aus Kupfer oder Eisendrath, welche das weitere Eindringen der Büchse E als bis zu ihrer halben Länge in jedes Röhrenstück A und B verhindern; zwischen die Scheiben C und D wird ein Bleiring oder eine Lederscheibe mit Kitt eingelegt.

Auf gleiche Weise kann man mit Ersparung der Büchsen die Verbindung
wie Fig. 12 so herstellen, daß man an das eine Rohrende A einen Hals E an- Fig. 12.
gießt, der in eine entsprechende Erweiterung der Röhre B, gehörig mit Hanf und Kitt umgeben, fest eingetrieben wird. Aber sowohl diese als alle andern Verbindungen mit eingelegten Büchsen haben den Uebelstand, daß man eine einzeln schadhaft gewordene Teiche nicht, oder nur auf Kosten der zu störenden Festigkeit der andern aus einer Leitung herausnehmen kann. Diesem Uebelstande wird dadurch abgeholfen, daß man alle 60′, höchstens alle 80′, eigene Wechselstücke von 4′ — 5′ Länge in die Leitungen einlegt, welche, die Leitung mag dann angegossene Muffen haben und in einander gesteckt seyn, oder eingelegte Büchsen haben, mit den nächsten Röhren entweder stumpf gestoßen oder mit ganzen oder gespaltenen Muffen versehen werden; solch ein Wechselstück kann dann leicht herausgenommen und mit dem einen Theil der Leitung so weit verfahren werden, daß man mit dem schadhaften Stück ausfahren und ein neues wieder einlegen kann.

§. 270.

Verbindnug bleierner Röhren.

Fig. 13.

Bleierner Röhren bediente man sich, besonders zu Wasserleitungen, früher häufig, so wie man sie auch jetzt noch für die Nebenzweige einer Hauptleitung und im Innern der Gebäude, besonders in Bräuereien und andern Fabriken noch häufig trifft. In früherer Zeit wurden die bleiernen

Bl. 60. Röhren stückweise in einer Länge von 2½′ — 3′ gegossen, von diesen Stücken so viel zusammengelöthet, zusammengeschmolzen, daß die hiedurch erhaltene Teiche eine Länge von 10′ — 12′ erhielt, oder überhaupt noch leicht genug beim Legen uud Verbinden von zwei Mann gehandhabt werden konnte; in Bezug des innern Röhrendiameters sowohl, als der Wanddicke, war man bei den gegossenen Teichen ziemlich beschränkt; erstere konnte nicht unter ¾″, letztere nicht wohl unter 3‴ ausgeführt werden. Später verfiel man auf das Ziehen der Bleiröhren, was in vieler Beziehung Vortheile vor den gegossenen gewährt, von denen einer der hauptsächlichsten der ist, daß man sie mit einem innern Diameter von 3‴ bei einer Wandstärke von ½‴ und einer Länge bis 50′ und noch darüber haben konnte. In neuerer Zeit werden bleierne Röhren über Dorne gewalzt oder gepreßt, welche die gleichen Vortheile und außer diesen vor den gezogenen noch eine größere Dichtheit gewähren; beide Gattungen lassen sich außerdem leichter biegen als die gegossenen und kommen bei ihrer geringen Wandstärke viel billiger als jene.

Von kleinern Dimensionen werden die bleiernen Röhren durch Verlöthen mit Zinn mit einander verbunden, oder es wird die Verbindung nach Art der ledernen oder hänfenen Spritzenschläuche dadurch hergestellt, daß man an das eine Rohrende einen mit einem Gewinde versehenen messingenen Kopf, und an das andere einen solchen mit der entsprechenden Mutter versehenen Kopf anlöthet, und also paar und paar Röhren mit eingelegten Lederscheiben zusammenschraubt.

Größere bleierne Röhren, besonders gegossene von 1″ — 4″ innerm
Fig. 13. Diameter, werden nach Art Fig. 13 durch eigene schmied- oder gußeiserne Flantschenringe C und D mit eingelegten Büchsen E und zwei Schrauben g g verbunden. Diese Verbindung wird auf folgende Weise bezweckt: jedes Ende der Röhren A und B wird mittelst eines schmiedeisernen Dorns mit dem Hammer allmählich, nachdem man zuerst den Flantschenring C oder D angeschoben hat, zu einem überstehenden Rande F und G aufgetrieben; es wird nun eine der vorhandenen Büchsen E, welche gewöhnlich aus Kupfer mit einem angelötheten bleiernen Ring d bestehen, mit Kitt umzogen und eingeschoben, hierauf die zweite Röhre angeschoben und die Schrauben g mit ihren Muttern h allmählich angezogen. Die Schrauben g müssen zu diesem Behufe lange Gewinde haben, und die Muttern, wie aus der zweiten Vertical-Ansicht Fig. 13 ersichtlich, mit Verlängerungen, Nasen, Schnauzen m versehen seyn, mit welchen sich dieselben beim An- oder Losziehen an die äußere krumme Röhrenfläche anstemmen können. Wenn der Diameter mehr als höchstens 4″ übersteigt, so muß man statt der Flantschenringe

vollkommene Ringe von Schmied- oder Gußeisen mit mehreren Schrauben, wie Fig. 10, 11 und 12 gebrauchen. Bl. 60.

Außer den bleiernen hat man, jedoch nur in kleinen Dimensionen und für besondere Zwecke, auch zinnerne, dann kupferne und messingene gezogene Röhren, so wie solche aus Schmiedeisen, welch letztere jedoch unsers Wissens in Deutschland noch nicht fabricirt wurden. Die Verbindung solcher Röhrenstücke zu einer ganzen Leitung geschieht auf die im vorigen §. erwähnte Art der Verbindung der Spritzenschläuche mittelst messingener mit Gewinden versehener Köpfe. Gläserne Wasserleitungsröhren wurden schon früher im kleinen bei Warmwasserheizungen angewendet und sind neuerdings für größere Hauptleitungen für kaltes Wasser angeregt worden; man folgert nämlich, daß, nachdem die Champagnerbouteillen einen Druck von mehreren Atmosphären auszuhalten haben, das Glas um so mehr zu Röhren für Wasserleitungen tauglich sey, als hiebei ein Druck stattfindet, der jenem nicht gleichkommt oder selten ihn erreicht. Röhren aus gebranntem Thon wurden in den ältesten Zeiten für Wasserleitungen gebraucht, und man hat in neuerer Zeit wieder an mehreren Orten Fabriken angelegt, wo sie mit Anwendung von hydraulischen und andern Pressen sehr vollkommen hergestellt werden; allein die eisernen Teichen werden sicherlich, wenn sie gleich auch theurer sind als jene, ihrer Festigkeit und Dauer wegen dennoch immer den Vorzug vor ihnen behalten. Was die Verbindung der thönernen Teichen betrifft, bemerken wir, daß sie meist in einander gesteckt mit festen oder angeschobenen ganzen Muffen und mit besondern Kitten hergestellt werden. Da hierin keine Uebereinstimmung herrscht und fast jede Fabrik sich anderer Methoden und Kitte bedient, so führen wir hierüber nichts auf und weisen unsere Leser, welche Lust haben sich solcher Röhren zu bedienen, an die Fabriken selbst hin, aus welchen sie selbe beziehen wollen; indem man dort gewöhnlich die Kitte selbst schon, oder doch Recepte hiezu mit Anweisungen zum Verlegen der Teichen bekömmt.

§. 271.

Verbindung hölzerner und metallener Röhren, Röhrenverzweigungen und Theilungs-Röhren.

Fig. 14 — 18.

Wenn sich eine Röhrenleitung **A** Fig. 14 und 15 theilt, so wird bei gußeisernen Röhren an jene Teiche, von welcher ein Nebenzweig **B** ausgehen soll, in der Richtung desselben ein Stutzen **B** Fig. 16 und 17 mit einer auf seine Axe senkrecht stehenden Scheibe oder Flantsche **C** angegossen und die nächste Teiche des Nebenzweiges durch Schrauben verbunden.

Bl. 60. Wo aber eine Leitung in krummen Straßen oder um Ecken geführt werden muß, soll sie in einer möglichst großen Krümmung angelegt und die einzelnen Röhren dieser Krümmung entsprechend gegossen werden. Ist die Hauptleitung und eine Nebenleitung von Holz, so geht es nicht gut, sie unmittelbar von einander ausgehen zu lassen, sondern man gebraucht hier ein $1\frac{1}{2}'$ — 2′ langes Röhrenstück, einen Stutzen aus Gußeisen oder Blei von der der Nebenleitung entsprechenden innern Weite. Dieser Stutzen B Fig. 18 wird dann mit der Hauptleitung A auf folgende Weise verbunden. Geht die Nebenleitung B seitwärts von der Hauptleitung A weg, so bohrt man ein etwas größeres Loch, als der äußere Diameter des Stutzens B ist; geht sie aber über Hirn hinweg, wie hier gezeichnet ist, so erweitert man das Bohrloch der Hauptleitung A bis zum äußern Diameter des Stutzens B, welcher nun leicht mit Hanf und Kitt umwunden in das gleichfalls mit Oel und Kitt ausgestrichene neue Loch eingetrieben wird; welch letzterer dann noch mit flachen, in Kitt und Leinöl getauchten Keilen d e ausgefüllt wird. Um eine solche Teiche gegen das Zersprengen zu bewahren, wird über Hirn ein Ring C angelegt. Auf gleiche Weise wird der Stutzen auch mit der Nebenleitung verbunden und befestigt.

Bei hölzernen Haupt- und seitwärts gehenden Nebenleitungen sind
Fig. 14 und 15. der vorhin beschriebenen Anordnung mit den Stutzen besondere Theilungsröhren aus Gußeisen vorzuziehen. Fig. 14 und Fig. 15 haben wir solche Theilungsröhren D, E, F, G, H aufgenommen, wo bei D die letzte hölzerne Teiche der Hauptleitung ist, in welcher die Theilungsröhre mit gleicher innerer Weite noch ein Stück fortgeht und sich dann von g aus allmählich verengt — eine Vorsicht, welche überall beobachtet werden sollte, indem jeder plötzliche Uebergang vom weiten zum engen eine nachtheilige Zusammenziehung des Wasserstrahls bewirkt. Ebenso sollte man wo möglich vermeiden, Seitenleitungen rechtwinklig von einer Hauptleitung ausgehen zu lassen; jedenfalls aber die Ecken nie scharf zusammenlaufen lassen, sondern überall abrunden, wie dieses bei dem Seitenzweige F sowohl in Rücksicht seiner erweiterten Einmündung G, als auch der abgerundeten Ecken der Fall ist.

Die Verbindung und Befestigung der Theilungsröhre D F F mit
Fig. 18. den hölzernen Teichen B C kann, wie in Fig. 18, durch Einkeilen der Enden E, F in die mit eisernen Reifen versehenen hölzernen Teichen B und C, oder wie hier dadurch geschehen, daß man die Enden der Theilungsröhre mit angegossenen Scheiben versieht, von welchen jede 3 — 4 Löcher zur Aufnahme von Nägeln oder Holzschrauben hat. Vor den Scheiben steht jedes Rohrende noch um 3″ — 4″ etwas conisch zulaufend

vor; dieser vorstehende Theil wird mit in Leinöl und Kitt getränktem Hanf Bl. 60.
umwickelt, und unter die Scheiben werden gleichfalls mit Oel getränkte und mit Kitt bestrichene Scheiben von Filz oder Leder unterlegt.

Die gleiche Bewandtniß hat es, wenn eine Hauptleitung von einem Punkte aus in 3 oder 4 Zweige, wie Fig. 15, ausläuft; hier muß man, Fig. 15.
es mögen nun die Haupt- oder Nebenleitungen aus Thon, Holz oder anderm Material bestehen, die Theilungsröhre jedenfalls aus Blei, Messing oder Gußeisen und zwar so anordnen, daß die Summe der Querschnitte sämmtlicher Nebenzweige nicht größer ist als die der Hauptleitung. Läuft eine Hauptleitung in noch mehr als 4 Zweige aus, so muß an einer schicklichen Stelle ein Reservoir oder Sammelkasten, am besten aus Gußeisen, angelegt werden, in welchen die Hauptleitung ihr Wasser ausgießt und von wo es durch die Nebenzweige aufgenommen und fortgeführt wird.

Vierzehnte Abtheilung.

Compensations-Vorrichtungen, Stopfbüchsen und Hähne.

Blatt 60.

§. 272.

Compensatoren für metallene Röhren.

Fig. 19 und 20.

Bei der Anlage von metallenen Röhrenleitungen, besonders solcher aus gußeisernen Teichen, hat man, wenn sie eine beträchtliche Länge haben, auf den Einfluß, welchen der Temperaturwechsel auf sie ausübt, besondere Rücksicht zu nehmen, was hauptsächlich um so nothwendiger wird, wenn die einzelnen Röhren unter sich durch Schrauben verbunden werden. Man hat gefunden, daß die Ausdehnung des Gußeisens bei 80° Réaumur $\frac{1}{900}$ seiner Länge beträgt. Da nun die Temperaturveränderung in unserm Klima mit beiläufig 40° anzunehmen ist, so wird eine Röhrenleitung von 1800′ Länge im Sommer beiläufig um 6″ länger und im Winter um 6″ kürzer werden als die Länge derselben bei der mittleren Temperatur beträgt, und es würde sich die Leitung von solcher Länge ohne geeignete Vorkehrung im Sommer heben oder senken, im Winter aber zerreißen. Dieses zu verhüten, gebraucht man eigene Vorrichtungen, Compensatoren oder Compensations-Vorrichtungen (Dilatations-Vorrichtungen) genannt, deren Einrichtung von der Art seyn muß, daß sie sowohl das Verkürzen als das Ausdehnen der Röhren-

Bl. 60. leitung von einer gewissen Länge gestatten, ohne daß von den zu leitenden Substanzen etwas verloren geht oder ihre Geschwindigkeit unterbrochen wird.

Fig. 19. Fig. 19 haben wir eine der einfachsten, von Girard in Paris vorgeschlagene Compensationsvorrichtung aufgenommen. Dieselbe besteht darin: an das eine Rohrende B ist eine Muff C mit einer angegossenen Scheibe D, zwischen welcher und einer andern gußeisernen Scheibe E eine mit Leinöl oder Theer gesättigte Filz- oder Lederscheibe f g, oder auch eine Hanfumwicklung mittelst 4 Schrauben h h eingepreßt ist. Das andere Rohrende A ist auf eine Länge von 8 — 9″ rein abgedreht, so daß sich die Scheibe f g so fest anpreßt, daß kein Wasser durchgehen kann, wobei aber das Verschieben der Röhren durchaus nicht gehindert ist. Dieser Compensator ist zwar sehr einfach, allein nicht sonderlich dauerhaft, indem sich die Leder- oder Filzscheiben f g bald abnützen und nicht Schluß halten; auch ist derselbe weder für Dampfleitungen, noch für solche Wasserleitungen, wo ein starker Druck vorhanden ist, zu gebrauchen.

Fig. 20. Fig. 20 haben wir eine Compensationsvorrichtung, von Hachette in Paris angegeben, die bei den dortigen Leitungen in Anwendung gebracht wurde, welche alle Ansprüche, die an sie gestellt werden können, vollkommen befriedigt. Das Ende A der einen Röhre trägt eine angegossene, mit einer Scheibe C versehene Muff oder Büchse, mit welcher eine andere gußeiserne Büchse D durch 6 Schrauben h mit der erstern verbunden ist. Mit der nächsten gußeisernen Röhre ist auf gewöhnliche Weise ein 18″ — 20″ langes Röhrenstück B aus Kupfer oder Messing, rein abgedreht, verbunden, welches durch den Hals m der gleichfalls rein gedrehten Büchse D bis zur halben Länge f m (bei der mittleren Temperatur) reicht, und vor sich gegen g noch so viel Raum hat, als die Länge der stärksten Ausdehnung beträgt, so daß f g etwas mehr als das doppelte dieser Ausdehnung, ungefähr 4½″ bekömmt. Hiebei ist zu bemerken, daß beiläufig alle 300′ ein Compensator vorhanden ist. Die Erweiterung der Büchse von f läuft schräg an, ebenso ist der Hals m der Büchse D nach innen abgeschrägt. Zwischen f und m ist in Baumöl getränkter Hanf, bei Wasserleitungen auch Baumwolle, bei Dampfleitungen darf es nur Hanf seyn, Stopf (Bepackung) E eingelegt und wird durch die Scheibe D, mittelst der Schrauben h, in Folge der Abschrägungen bei m und f an das messingene Röhrenstück B so stark angepreßt, daß weder Dampf noch Wasser durchdringen kann.

Wird im Verlaufe der Zeit der Stopf E abgenützt, so kann selber bloß durch Nachziehen der Schrauben h sogleich wieder gehörig an B angepreßt werden. Aehnliche Vorrichtungen kommen bey hydraulischen-Dampf-

Maschinen und Gebläsen unter dem Namen Stopfbüchsen oft vor; nur ist dort statt der Röhre B ein massiver Cylinder, die Kolbenstange, welche in dem Halse m der Büchse D hin= und hergeht, wobei die Stopfbüchse, wie hier, das Ausströmen des Wassers, der Luft oder des Dampfes verhindern muß. Wir werden später noch ein par Beispiele von Stopfbüchsen liefern. — Für Dampfleitungen, bei welchen ihre Länge Compensatoren nothwendig macht, wie dieses bei Dampfheizungen der Fall ist, wo eine Hauptleitung durch mehrere Stockwerke senkrecht in die Höhe geht, von welcher dann die Wärmeröhren für jede Etage ausgehen, bedient man sich als Compensationsvorrichtung bloß kupferner, in S=Form gebogener Röhren, welche, indem sie sich vor= und rückwärts leicht biegen, das Ausdehnen und Zusammengehen der andern Leitungsröhren vollkommen gestatten. Bl. 60. Fig. 20.

§. 273.

Stopfbüchsen.

Fig. 21 u. 22, und Bl. 61. Fig. 3, 15, 29 und 33.

Um gewisse Räume, meistens hohle Cylinder, in welchen sich andere Maschinentheile, gewöhnlich Kolben, hin= und herbewegen und welche entweder Luft, Dämpfe, Gase oder Flüssigkeiten enthalten, gegen das Ausströmen dieser Substanzen, oder auch gegen das Eindringen der äußern Luft zu verwahren, gebraucht man besondere Vorrichtungen, Stopfbüchsen genannt.

Da es die Vertheilung unsers Materials nicht wohl anders gestattete, so haben wir deren auf Blatt 61 noch mehrere aufgenommen, welche wir alle mit F bezeichnet haben.

Fig. 21 Blatt 60 ist die Stopfbüchse F des Arbeitscylinders einer Locomotive, g ist die in horizontaler Richtung geradlinig hin= und hergehende Kolbenstange, h ist der gußeiserne Deckel des Arbeitscylinders, welcher nach außen einen Hals oder eine Büchse i hat, mit welchem eine andere messingene Büchse k mittelst 2 Schrauben l verbunden ist. Der Hals i des Deckels h ist bei m nach einem größern Diameter ausgebohrt, als die Kolbenstange g dick ist; man bemerkt auch, daß dieser größere Raum m gegen die Kolbenstange schräg ausläuft, ebenso daß die messingene Büchse k auch von dem Raume m eine nach außen gehende Abschrägung hat; zwischen diesen Abschrägungen in dem Raume m befindet sich der Stopf, aus in Oel getränktem Werg oder Hanf bestehend, welcher durch die Büchse k mittelst der Schrauben l, welch letztere zu diesem Behufe mit langen Gewinden versehen seyn müssen, an die Kolbenstange so fest angepreßt wird, daß ein vollkommen dichter Schluß stattfindet. Die Büchse k ist bei p ebenfalls

Bl. 60. Fig. 21. nach einem größern Diameter ausgebohrt als die Kolbenstange g dick ist; die Erweiterung p dient als Oelreservoir und ist durch einen Ring o und durch eine andere Stopfbüchse q, wo in r wieder der Raum für den zweiten Stopf ist, vollkommen geschlossen, so daß bei der hin- und hergehenden Bewegung der Kolbenstange q das Oel fortwährend in die links und rechts in den Büchsen eingeschlossenen Stopfungen dringt und so die Kolbenstange g schmiert. Die letzte Büchse q hat zwei Flantschen und wird durch die beiden, mit der Büchse k gleichfalls durch Gewinde fest verbundenen Schrauben n n angedrückt und gehalten. Daß alle Theile dieser so wie jeder andern Stopfbüchse vollkommen gut gebohrt und gedreht seyn müssen, versteht sich wohl von selbst. Die Construction der Stopfbüchsen ist mit geringer Abweichung fast überall dieselbe; gewöhnlich nur noch einfacher als die eben beschriebene, welche gegen die ältere darin eine Verbesserung erhalten hat, daß das Oel zum Schmieren der Kolbenstange g durch die zweite Büchse q vollkommen eingeschlossen wird und bei der horizontalen Lage der Cylinder und für Locomotive sicherlich vom Werthe ist.

Fig. 22 ist die Stopfbüchse F ohne diese Verbesserung, wo im erweiterten Halse i des Deckels b in p der Stopf ist, welcher durch die Büchse k angepreßt wird. Bei der senkrechten Lage der Kolbenstange g ist die in Fig. 21 enthaltene Verbesserung ganz unnöthig, indem hier, Fig. 22, das Oel in die schalenförmig ausgedrehte Erweiterung der Büchse k eingegossen, nach und nach ohnehin die Kolbenstange schmiert und so auch zum Stopfe p gelangt. Blatt 61 Fig. 33 an der Injectionspumpe einer Dampfmaschine sehen wir in F eine Stopfbüchse, bei welcher für den Arbeitscylinder, seines kleinen Durchmessers halber, kein Deckel nothwendig ist; hier so wie überhaupt in allen Fällen, wo man Stopfbüchsen in so kleinem Verhältniß braucht, hat der Arbeitscylinder da, wo die Stopfbüchse hinkommt, eine angegossene, die Stelle eines Deckels vertretende Muff, in welcher dann der Stopf p durch die messingene Büchse h eingepreßt wird; hier ist unten in die Muff auch ein messingener Ring o eingelegt, welcher, wenn er ausgeschliffen ist, durch einen andern vorräthigen wieder ersetzt wird, ohne daß man den ganzen Arbeitscylinder zu verwerfen braucht. In der Scheibe h bemerkt man die schalenförmige Ausdrehung s mit einer Erweiterung für das Oel, welches den Kolben beständig geschmiert erhält. In noch kleinerm Verhältniß angewendet, ist, wie in Fig. 3 Blatt 61 und bei der Speisungspumpe einer Locomotive Fig. 29, die Büchse h nicht mehr mit Flantschen versehen, sondern sogleich in die Muff eingeschraubt, und um sie gehörig an- und losziehen zu können, an ihrer Außenseite mit einem sechs- oder achteckigen Kopfe b, Fig. 31 und 32 versehen.

§. 274.

Hähne.

Blatt 60 Fig. 23 — 40.

Sowohl bei Wasser- als bei Dampf-, Gas- und Windleitungen hat man, besonders wenn von einer Hauptleitung Nebenleitungen ausgehen, Wechsel, Pippen, Hähne, (Krahnen) uothwendig, mittelst deren man die zu leitenden Massen theilweise oder ganz absperren kann. Man hat verschiedene Gattungen von Hähnen, von welchen jedoch jeder so beschaffen seyn soll, daß er bei vollkommenem Schluß leicht und schnell, ganz oder theilweise geöffnet und geschlossen werden kann, ohne dem Wasser einen Ausweg zu gewähren, dabei aber so angeordnet ist, daß das Wasser, wenn er ganz geöffnet ist, ohne auf einen Widerstand zu stoßen, ungehindert durchfließen kann. Unter den verschiedenen Gattungen von Hähnen sind die conischen oder Kegelhähne diejenigen, welche vermöge ihrer Construction die angeführten Eigenschaften noch am meisten in sich vereinigen können, und sowohl bei Flüssigkeiten als Dämpfen und Gasen die meiste Anwendung finden. Wir dürfen sicherlich voraussetzen, daß jedem unsrer Leser jene Gattung Hähne bekannt ist, deren man sich zum Abzapfen des Bieres, Weines, Essigs ꝛc. bedient, und welche man gewöhnlich Pippen nennt. Diese Pippen sind Kegelhähne und entweder von Messing oder, wo die Natur der abzulassenden Flüssigkeit dieses nicht gestattet, von Holz. Auch außer diesen besondern Zwecken werden die Hähne oder Wechsel, besonders in kleinem Verhältniß, wo die Leitungsröhren nicht über 4″ innern Diameter haben, von Messing, im größern Verhältniß aber aus Gußeisen oder theilweise aus diesem Metall und Messing gemacht. Dieses letztere geht aber nur bei Leitungen von Wasser oder überhaupt kalten Flüssigkeiten, indem die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle bei Dämpfen und warmen Flüssigkeiten hier störend einwirken würde. Bl. 60.

Kegelhähne, deren wir auf Blatt 60, von Fig. 23 — 30 mehrere dargestellt haben, und von welchen sich auch noch auf Blatt 61 Fig. 15, 29 und 33 solche befinden, bestehen aus zwei Theilen, nämlich einem festen unbeweglichen, dem Rohre A B mit einem hohlen, und aus einem in diesen gut eingeschliffenen soliden, und um seine Achse drehbaren, beweglichen Kegel, dem Wirbel C E. Der Wirbel C E hat ein cylindrisches oder viereckiges Loch, welches mit der Oeffnung der Röhre A B in Bezug ihres Querschnittes vollkommen übereinstimmen muß, und lieber noch etwas größer als der Querschnitt der Röhre gehalten werden soll. Der Diameter der größern Basis des Wirbels bei C ist um $1/_6$ der

Bl. 60. ganzen Wirbellänge kleiner als der bei E; da wo man die Wechsel für Dampfleitungen gebraucht, oder wo sie gar zu der Steuerung benützt werden, ist es besser die Wirbel fast cylindrisch anzuordnen, indem sie sich, besonders für letztern Zweck, gleichmäßig abnützen und besser schließen. An dem einen Ende, meist an dem der größern Basis bei C, geht der Wirbel in einen Kopf D aus, welcher entweder wie bei den gewöhnlichen Bierpippen in eine flache Scheibe mit einem runden Loche endiget, um den Wirbel mit der Hand, oder im Größern mit einem eingesteckten hölzernen Hebel drehen zu können. Dieser Kopf D ist öfters auch kugelförmig, mit einem eingebohrten Loch und einem beweglichen cylindrischen Schlüssel, wie bei den Schraubstöcken, was besonders bei solchen Hähnen der Fall ist, welche oft zu reguliren sind, oder der Kopf D des Wirbels ist wie hier Fig. 23 ein quadratisches Prisma, zum Anstecken eines eigenen Schlüssels, wie Fig. 24 und Fig. 29 Blatt 61.

Fig. 23 und 24. Der Wechsel Fig. 23 und 24 Blatt 60 ist von einer Dampfleitung, und hat einen in Fig. 24 dargestellten besondern Schlüssel g, welcher an seinem obern Ende mit einem Hebel i h versehen ist, der bei i in eine Spitze, Zeiger, ausgeht, um sogleich auf der Theilung der unter ihm liegenden festen Scheibe ablesen zu können, wie viel der Wechsel geöffnet oder geschlossen ist. An dem untern, gewöhnlich kleinern Ende E hat der Wirbel C eine mit einer Schraube befestigte Scheibe F, welche das Ausheben des Wirbels verhindert. Die beiden Enden A und B der Röhre des Wechsels tragen entweder Scheiben oder Flantschen, mittelst deren der Wechsel durch Schrauben mit den Röhren verbunden wird, oder es sind diese Enden A und B, wo ein Wechsel mit bleiernen oder hölzernen Röhren verbunden wird, nur wenig conisch gedreht, wo sie dann mit ersterm verlöthet, mit diesem aber mit in Kitt getränktem Hanf umwunden und eingekeilt werden. Im kleinen Verhältniß wird der Kopf D des Wirbels entweder, wie in Fig. 25 nach Art der Flügelschrauben, zum bequemen Anfassen mit der Hand, flach gestaltet, oder was noch öfter geschieht, wie in Fig. 33 Blatt 61, mit einer Handfasse oder einem gut in die Hand fallenden Heft versehen, welches gewöhnlich mit dem Wirbel aus einem Stücke ist, bei heißen Flüssigkeiten öfters auch von Holz eigens gemacht und durch eine Schraube mit dem Wirbel verbunden wird.

Kleine Hähne erhalten keine Scheiben, sondern werden wie Fig.
Fig. 25. 25, dann Blatt 61 Fig. 29 und Fig. 33, durch Schraubengewinde mit unterlegten Filz- oder Lederscheiben mit ihren Röhren verbunden. Bei Hähnen bis zu 3'' innerer Rohröffnung werden die Wirbel massiv, bei größern aber zur Ersparung von Metall hohl gegossen; auch hat man für

besondere Zwecke, wie bei Bädern, noch solche Hähne, wo der hohle Kegel auf einer Seite bei A oder B geschlossen der Wirbel aber von unten bei E bis zu seiner runden oder prismatischen Oeffnung ausgebohrt ist, wo dann die zu leitende Masse bei E nach unten ausströmt. Bl. 60.

Fig. 26 haben wir den Hahn einer Dampfleitung aufgenommen, welcher den Kopf D an seiner kleinen Basis E hat, von welcher der Schlüssel h ausgeht. Fig. 26.

Fig. 31 haben wir einen Hahn von besonderer Einrichtung aufgenommen; derselbe ist dem Tender einer Locomotive entnommen, wo er sich am Boden des Tenders, in der Saugröhre, der Speisungspumpe, welche im Blatt 61 Fig. 29 — 32 ebenfalls aufgenommen wurde, befindet. Der Wirbel C ist hohl und hat seitwärts eine Oeffnung, welche, je nachdem der Wirbel steht, entweder ganz oder nur theilweise, oder auch gar nicht mit der Säugröhre A communicirt. Vom Wirbel C geht eine Stange senkrecht in die Höhe und hat an ihrem obern Ende einen eisernen Schlüssel z, den der Heizer nach Bedürfniß mittelst des Griffes l drehen kann. Ueber dem Hahn ist ein feiner messingener Seiher befindlich, welcher alle Unreinigkeiten, selbst den ersten kalkigen Niederschlag zurückhält. Bl. 61. Fig. 31.

Bl. 60 Fig. 27—30 haben wir den sogenannten **Vierweghahn** aufgenommen, dessen Wirbel, wie aus Fig. 30 ersichtlich, mit Löchern (doppelt) durchbohrt ist. Der Vierweghahn wird nur unter solchen Umständen angewendet, wo, wie hier, 4 Röhren vorhanden sind, von welchen abwechslungsweise immer 2, wie in der gezeichneten Stellung A und B und H und G, communiciren müssen. Am meisten wurde früher der Vierweghahn bei den Steuerungen der Dampf- und Wassersäulenmaschinen angewendet, ist aber jetzt durch Schieber und Kolbensteuerung verdrängt worden. Bl. 60 Fig. 27 — 30.

Für größere Dampf- und Wasserleitungen eignen sich die Kegelhähne in der Art, wie wir sie bis daher kennen gelernt haben, nicht mehr so gut wie im Kleinen, indem sie dort schon weit schwieriger, besonders in Hinsicht des Schlußhaltens herzustellen sind, und besonders da, wo sie oft geöffnet und geschlossen werden müssen, was bei großen immer mit Schwierigkeit verbunden ist, bald wieder schadhaft werden. Der ausgedehnte Gebrauch der Dampfmaschinen und der hydraulischen Pressen mußte diesen Uebelstand um so fühlbarer machen und auf andere Einrichtungen zu deren Abhülfe hinführen, was auch bald durch die **Schrauben-** oder **Ventilhähne** geschehen ist.

Fig. 32, dann Fig. 33 — 36 haben wir zwei dieser Ventilhähne aufgenommen, wie sie bei Dampfleitungen ausgeführt werden, und welche Fig. 32 — 36.

Bl. 60. Fig. 32 — 36. beide sich darin unterscheiden, daß der in Fig. 32 mittelst einer Schraube, der in Fig. 33 — 36 durch ein an einem Hebel hängendes Gewicht regulirt wird.

Fig. 32 ist ein verticaler Durchschnitt mit einer horizontalen Projection; A ist eine mit dem Dampfkessel communicirende gußeiserne Röhre, durch welche der Dampf in einer andern Röhre E fortgeleitet wird; deßgleichen sind Fig. 33 und 34 verticale Durchschnitte und eine horizontale Projection, und Fig. 35 und 36 einzelne Theile. In diesen Figuren sind alle gleichen Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet; A ist eine vom Dampfkessel zunächst ausgehende, an ihrem obern Ende eine erweiterte Büchse B tragende, und durch einen Deckel geschlossene Röhre, von welcher aus der Dampf durch eine Seitenröhre E fortgeleitet wird. In dem untern engern Theil der Röhre A ist der eigentliche Haupttheil C H des Wechsels, der seinerseits wieder aus zwei wesentlichen Theilen besteht, nämlich aus einer theilweise hohlen messingenen Büchse H, welche in die Röhre A eingekittet ist, und einer ihr oberes Ende bedeckenden, den Wirbel eines Kegelhahns vertretenden Platte C, welche auf der Büchse H entweder flach aufliegend, meistens aber wie hier conisch mit der Büchse H vollkommen dampfdicht zusammengeschliffen ist. Fig. 35 und 36 sind diese Theile, auseinander genommen, einzeln vergrößert dargestellt, und man bemerkt dort, daß von den Seiten der Büchse H zwei flache Theile l ausgehen welche sich in einem mit einem cylindrischen Loche m versehenen kleinen Cylinder vereinigen; am Deckel C bemerkt man einen nach abwärts gehenden Theil i, mit welchem selber, wie Fig. 33 — 35 nachweiset, in das Loch m, jedoch leicht beweglich eingesetzt ist; beide Theile nennt man zusammen eine Ventil; man sehe die nächste Abtheilung. — Nach oben endet der Deckel in einen prismatischen Theil k, welcher, wie aus den eben angeführten Figuren klar ist, mit einem dünnen cylindrischen durch eine Stopfbüchse F gehenden Stängelchen, welches, wie in Fig. 32 mit einem Schraubengewinde versehen, und in der mit der Stopfbüchse verbundenen Mutter n geht und an seinem obern Ende eine mit einer Kurbel versehene Scheibe D trägt, mittelst welcher der Deckel C geöffnet oder geschlossen werden kann, verbunden ist. In Fig. 33 und 34 fehlt diese Scheibe mit Kurbel, so wie das Gewinde, und statt dieser wirkt auf das durch die Stopfbüchse gehende cylindrische Stängelchen ein an einem Hebel o p hängendes, veränderliches Gewicht D, welches, wenn der Wechsel geöffnet seyn muß, nur auf das entgegengesetzte Hebelende p gehängt, wodurch der Deckel C in die Höhe gehoben wird und der Dampf in die Röhre E einströmen kann; daß sich solche oder ähnliche Hähne auch für Wasserleitungen einrichten lassen, wird niemand

bezweifeln, und es sind ihrer auch wirklich schon mehrere, namentlich in Paris eingeführt worden, nur kommen sie, wie leicht begreiflich, theurer als die gewöhnlichen Kegelhähne. Pl. 60.

Fig. 37 — 40 haben wir noch einen Scheibenhahn, Dampfvertheilungshahn einer Locomotive aufgenommen; Fig. 39 ist ein senkrechter Durchschnitt durch die Achse des Hahnes; Fig. 38 ein horizontaler Durchschnitt, Fig. 40 Durchschnitt und äußerer Aufriß der Scheibe. Die Einrichtung ist folgende. Der Dampf gelangt durch die Admissionsröhre A bis zu einer messingenen Büchse B, in der eine zweite messingene Büchse E ist, von welcher links und rechts die Röhren C und D ausgehen, durch die der Dampf in die Vertheilungsbüchsen I (man sehe Blatt 61 Fig. 15) und von diesen in die Cylinder A strömt. Die messingene Büchse B, Fig. 37—39, ist inwendig mit einem Scheider versehen und so eingerichtet, daß zwei Oeffnungen in Form von Kreisausschnitten gebildet sind, welche durch die Scheibe C, die ebenfalls zwei gleiche Kreisausschnitte hat, bedeckt werden. Die Scheibe C ist mittelst einer Schraube mit einer, durch den Scheider der Büchse E gehenden Stange F verbunden, welch letztere der Länge nach durch den ganzen Dampfraum der Maschine bis an das hintere Kesselende, wo ihr dampfdichter Schluß durch eine Stopfbüchse hergestellt ist, geht, außerhalb welcher sie eine Kurbel hat, mittelst der der Maschinenführer durch Links- und Rechtsdrehen der auf die Büchse E aufgeschliffenen Scheibe C das mehr oder weniger Einströmen des Dampfes leitet, oder indem er die Scheibe C so weit umdreht, bis die in Kreisform ausgeschnittenen Oeffnungen der Büchse E ganz bedeckt sind, den Dampf gänzlich abschließt und so die Locomotive zum Stillstand bringt. Von diesen Admissionshähnen hat man verschiedene Gattungen, welche jedoch sämmtlich Kegel- oder Scheibenhähne sind, von welchen noch mehrere aufzunehmen wir dem Zwecke dieses Werkes nicht für angemessen halten und daher zur nächsten Abtheilung übergehen. Fig. 37 — 40.

Fünfzehnte Abtheilung.

Ventile und Kolben.

Blatt 61.

§. 275.

Allgemeine Erklärung.

Ventile und Kolben sind wesentliche Bestandtheile der Dampfmaschinen, der Gebläse, so wie besonders der Pumpen, deren letztere man sich zum Heben oder Fortschaffen von Wasser oder andern Flüssigkeiten bedient, und welche wir wegen ihrer vielseitigen Anwendung bei den Ventilen und Kolben vorzugsweise berücksichtigt haben.

Die Pumpen werden eingetheilt in Saugpumpen, in Druckpumpen und in vereinigte Saug- und Druckpumpen. Das Hauptprincip, welches diesen drei Gattungen zu Grunde liegt, ist die bekannte Naturerscheinung, daß die atmosphärische Luft auf alle Körper, welche sie umgibt, nach allen Seiten hin einen Druck ausübt und sich zu einem größern Raume ausdehnen, als auch in einen engern Raum zusammenpressen läßt. Wenn man daher irgend ein Gefäß, eine Röhre in Wasser oder eine andere Flüssigkeit einsetzt und in der Röhre einen luftleeren Raum herstellt, so wird das Wasser durch den Druck der äußern atmosphärischen Luft sogleich diesen Raum ausfüllen, in der Röhre in die Höhe steigen.

Dieses Verdünnen der Luft in der Röhre geschieht durch einen eigenen, geradlinig beweglichen Theil, den Eimer oder Kolben; damit aber das in der Röhre befindliche Wasser bei dem Niedergehen des Kolbens nicht wieder am untern Ende der Röhre hinaus kann, ist dort wieder ein besonderer Theil, das Ventil, angebracht, dessen einer Theil fest mit der Röhre verbunden, der andere aber beweglich ist, welch' letzterer, je nachdem der Kolben hin- und her-, auf- oder abwärts geht, sich heben und senken kann, wodurch die durch ihn bedeckte Oeffnung frei wird und sich wieder schließt, wenn der Kolben nach abwärts geht, wodurch die Communication zwischen dem äußern Wasser und der Luft hergestellt oder aufgehoben wird.

Je nach der Zahl der angewendeten Ventile, dann der Construction des Kolbens und der weitern Einrichtung unterscheidet man Saug-, Druck- und vereinigte Saug- und Druckpumpen, welche wir jetzt, bevor wir auf ihre wesentlichen Theile, die Ventile und Kolben übergehen, kennen lernen wollen.

§. 276.

Saug- und Druckpumpen.

Blatt 61 Fig. 1 — 4.

Die Saugpumpe, gewöhnlich auch Saugwerk genannt, Bl. 61 Fig. 1, besteht aus einer vier- oder noch mehr zölligen, gewöhnlich hölzernen Röhre A, Pumpenstock genannt, welche mit einer zweiten Röhre B, Saugröhre genannt, luft- und wasserdicht verbunden ist. Die erste Röhre A ist mit einem Rohre C aus Gußeisen, Kupfer oder Meßing ausgefüttert, welches man den Stiefel, Brunn- oder Pumpenstiefel nennt, in welchem der gut anschließende und zu diesem Behufe gelieberte Kolben D mittelst der Kolbenstange E und eines Hebels G (Schwengel) auf- und abwärts bewegt wird. Bl. 61. Fig. 1.

In der Saugröhre A, unter dem Stiefel C ist das Saug-, Boden- und Schloßventil I, welches sich, wenn der Kolben wie hier im Aufwärtsgehen ist, öffnet und Wasser einströmen läßt, gleichsam einsaugt, daher der Name Saug-Pumpe; im Kolben D ist ein ähnliches Ventil, das Eimer- oder Kolbenventil K genannt, welches, sobald der Kolben wieder abwärtsgeht, sich öffnet, das ober dem bereits geschlossenen Saugventile stehende Wasser durchläßt, welches nun bei der fortgesetzten Bewegung des Kolbens D durch diesen gehoben wird, und bei der Ausgußröhre L ausläuft.

Die Druckpumpe Fig. 2 unterscheidet sich von der Saugpumpe darin, daß das Wasser nicht in derselben Röhre, in welcher der Kolben D mittelst seiner Stange E auf- und abwärts bewegt wird, sondern in eine eigene Steigröhre A gedrückt wird. Der Kolben D ist mit keinem Ventil versehen, sondern massiv; dafür ist aber außer dem Saug- oder Bodenventile I noch ein zweites H vorhanden, welches Kropf- oder Gurgelventil genannt wird. Der vom Stiefel C ausgehende krumme Theil M, zwischen welchem und der Steigröhre das Gurgelventil sich befindet, heißt Kropf oder Gurgel, daher der Name dieses Ventils. Das Ganze zusammen, nämlich Stiefel, Kolben, Ventile und Steigröhre nennt man ein Werk; und zwar heißt es ein Druckwerk, wenn es so tief im Wasser steht, daß sich Ventile und Kolben unter dem Wasserspiegel befinden, wo das Verdünnen der Luft im Stiefel wenig oder gar nicht geschieht, indem das Wasser bei dem Stockventile von selbst eindringt und durch den Kolben bei dessen Niedergange durch das Kropfventil H in die Steigröhre gedrückt wird. Wenn eine Druckpumpe nicht im Wasser steht, sondern durch eine eigene Saugröhre mit diesem in Verbindung gebracht ist, so heißt es eine Fig. 2.

Bl. 61. Fig. 2. vereinigte Saug- und Druckpumpe. Bei dieser sowohl als bei der einfachen Saugpumpe darf aber das Bodenventil bei der genauesten Ausführung nie höher als 26 Fuß, bei minderer Genauigkeit und hölzernen Röhren nur 20 Fuß über dem Wasserspiegel angelegt werden. Der Grund hievon ist, daß der Druck der Luft einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe das Gleichgewicht hält; da man aber nicht im Stande ist, Röhren, Ventile und Kolben vollkommen luftdicht schließen zu machen, und also auch einen ganz luftleeren Raum nie herstellen kann, so steigt das Wasser durch den bloßen Luftdruck auch nicht höher als 20, höchstens 26 Schuh.

Außer diesen bisher angeführten Pumpen hat man noch die vereinigte Saug- und Hebepumpe Fig. 3, welche jetzt vielfältig angewendet wird. Sie hat, wie die vereinigte Saug- und Druckpumpe ein Kropf- und ein Bodenventil H und, welch letzteres jedoch aus gleichen Gründen nicht viel über 20′ ober dem Wasserspiegel stehen darf. Der Kolben D aber ist nicht wie bei jener massiv, sondern hohl, und mit einem Ventile o, nach Art der einfachen Saugpumpe, Fig. 1 versehen; der Stiefel C ist an seinem obern Ende nicht offen, sondern geschlossen und die Kolbenstange geht durch eine Stopfbüchse F. Das Spiel der Pumpe wird man sich leicht erklären können. Hieher gehört noch die verkehrte Saug-, eigentlich Hebepumpe, Fig. 4, welche hier in München vielfach angewendet wird. Sie besteht aus einem, an seiner untern Seite offenen Stiefel C aus Messing, einem hohlen mit einem Ventile O versehenen Kolben D, dann aus einem am obern Ende des Stiefels und am Anfang der Steigröhre A befindlichen Ventile H. Der Kolben D wird in den Stiefel C gut eingeschliffen und ist an seinem untern kugelförmigen Theile seiherförmig durchlöchert. Der Stiefel hat angegossene Lappen p, mit welchen er an einem eichenen Laden festgeschraubt wird, der dann mit dem Werke senkrecht so tief ins Wasser gestellt wird, daß der Wasserspiegel wenigstens bis zum Ventile H geht. Der Kolben D wird durch eine an sein unteres prismatisches Ende L angesteckte und durch eine Schließe festgehaltene, rechtwinklig abgekröpfte, eiserne Stange im Stiefel auf- und abbewegt, wo dann bei seinem Niedergange das Wasser durch das Ventil O eindringt, welches, wenn der Kolben aufwärts geht, sich schließt und hiedurch das Wasser durch das sich öffnende Ventil H in die Steigröhre hebt. Das ganze Werk heißt ein eingeriebenes und ist aus Messing, könnte aber auch zum wenigsten der Stiefel aus Gußeisen gemacht werden und der Kolben ein gelieberter seyn, oder in einer Stopfbüchse gehen, deren letzte Anordnung wir in später folgenden Beispielen zeigen werden, wenn wir, was jetzt sogleich geschehen soll, die nothwendigen Ventil- und Kolbenconstructionen durchgenommen haben.

Ventile.

§. 277.

Eintheilung.

Die Ventile sind, was wir schon aus der vorhergegangenen allgemeinen Erklärung über Pumpen gesehen haben, Hauptbestandtheile einer jeden Pumpe, und ihre Bestimmung ist die Communication zwischen zwei Räumen luft- und wasserdicht abzuschließen, und abwechselungsweise wieder herzustellen.

Jedes Ventil besteht aus zwei Haupttheilen, einem hohlen, rohrförmigen, feststehenden, und einem soliden, die Oeffnung des ersten bedeckenden, dabei aber beweglichen Theil. Je nach der Form und Einrichtung dieser Theile unterscheidet man folgende acht Gattungen:

1) das Klappenventil,
2) das Kegelventil,
3) das Muschelventil,
4) das Kugelventil,
5) das Balancirventil,
6) das Scheibenventil,
7) das Drosselventil,
8) das Schieberventil.

§. 278.

Klappenventile. Bl. 61.

Fig. 5, 6, 7, 8 und 9.

Das Klappenventil ist das einfachste, am wenigsten kostspielige und daher auch am häufigsten angewendet; Fig. 5 haben wir ein einfaches Klappenventil dargestellt, wie es bei den vielfach angewendeten einfachen Saugpumpen mit hölzernen Röhren, welche wir bereits erklärt haben, gebraucht wird; A ist die Saugröhre, B der gegen das Sprengen mit zwei eisernen Ringen gesicherte Pumpenstock, beide durch conische Verzapfung (zusammengetascht) mit einander verbunden. Das obere Ende der Saugröhre A trägt das Ventil C, bestehend aus einer Scheibe d, von gutem Sohlenleder, welches vor seinem Gebrauche in einer erwärmten Mischung von Oel, Talg oder Theer getränkt wird. Diese Lederscheibe d hat an ihrer untern Seite eine Scheibe b aus Eisen, Messing oder Kupfer, etwas kleiner als der Lochdiameter der Saugröhre A, deßgleichen eine solche Scheibe e von etwas größerm Diameter, als das Bohrloch der Saugröhre A, welche beide durch eine auf der unteren Scheibe b mit ihrem flachen Kopfe aufliegende Schraube g fest zusammengehalten werden. Die obere Scheibe e ist öfters ein abgedrehtes, kugeliges oder conisches Stück von hartem Holze (Eichen oder Erlen), dessen Dicke von der Art genommen wird, daß, wenn sich die Fig. 5.

Bl. 61. Fig. 5. Lederklappe gegen die krumme Röhrenwand des Pumpenstockes B anschlägt, sie sogleich wieder in die gezeichnete Lage niederfällt. Die Lederscheibe d wird mit einem vorstehenden Lappen i versehen und mittelst dieses mit einer flachen Ueberlage f von Kupfer oder Eisenblech stumpf auf die Saugröhre mit flachköpfigen Nägeln aufgenagelt. Die Ueberlage f wird, damit sie die Scheibe d bei ihrem häufigen Auf- und Niederschlagen nicht angreift, an ihrer innern, obern und untern Seite etwas abgerundet.

Fig. 6. Fig. 6 ist ein einfaches Klappenventil für Pumpen aus Gußeisen oder Messing; hier, wie bei allen noch folgenden Ventilen ist A die Saugröhre, B der Pumpenstock oder die Steigröhre. Die Lederscheibe d der Klappe C, welch letztere sonst ganz wie die vorhin beschriebene in Fig. 5 ist, hat, wie aus der horizontalen Projection ersichtlich, einen schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt f, welcher, ein Scharnier vertretend, die Bewegung der Klappe aufwärts gestattet; die Lederscheibe d liegt auf der Saugröhre A auf, ebenso ist außerhalb dieser eine Lederscheibe i k eingelegt zur Dichtung der Verbindung der Saug- und Steigröhre und des Ventils, welche zusammen durch vier Schrauben ihre vollkommene Verbindung und Befestigung erhalten.

Fig. 7. Des doppelten Klappenventils Fig. 7 bedient man sich bei größern Pumpen; dasselbe besteht aus einer Büchse oder Scheibe d aus Gußeisen oder Messing, welche durch eine quer über die Oeffnung gehende Platte f g, den Steg, in zwei gleiche Hälften getheilt wird, über welche beide eine Lederscheibe auf dem Stege f g festgehalten liegt und zwei Klappen C und E bildet. Damit aber diese beiden Klappen C und E sich nicht zu weit öffnen und etwa in der verticalen Lage stehen bleiben, befindet sich in der Mitte des Steges f g ein horizontaler Bolzen h.

Fig. 8. Fig. 8 ist ein schrägliegendes Klappenventil, wie selbes als Kropf- oder Gurgelventil öfters bei der vereinigten Saug- und Druckpumpe, gewöhnlich aber in dem Gurgelrohre A bei Feuerspritzen gebraucht wird. Die Klappe C, so wie das Rohr A sind von Messing gut auf einander geschliffen und durch ein Scharnier d mit einander verbunden.

Fig. 9. Fig. 9 unten rechts haben wir noch ein doppeltes Klappenventil aufgenommen, welches bei solchen hölzernen Pumpen angewendet wird, durch welche Flüssigkeiten nur auf geringe Höhen gehoben werden, wie in Bräuereien das Bier und besonders zum Ausschöpfen des Wassers bei Grundbauten. Die Saug- und Steigröhre B wird aus $1^1/_2$ — 2zölligen gespundeten Brettern von Fichten- oder Föhrenholz mit Kitt zusammengesetzt und durch Schraubenringe fest zusammengezogen. Die beiden Klappen C und E, von welchen die erstere im geschlossenen, letztere im geöffneten Zustande gezeichnet ist, liegen mit ihren Unterseiten auf einem sattel-

artigen Rahmen A, und sind mit diesem durch angenageltes Leder verbunden. Durch die schräge Lage der Klappen wird der schnelle Verschluß beim Niedergange des Kolbens befördert und der sonst unvermeidliche große Wasserverlust vermindert. Bl. 6'. Fig. 9.

§. 279.

Kegelventil.

Fig. 10. Fig. 10.

Fig. 10. Das Kegelventil besteht aus zwei Theilen, einem hohlen Kegel d, und aus einem soliden, in ersteren gut eingeschliffenen (eingeriebenen) Kegel C; dieser heißt die Ventilklappe, Kern, ersterer aber die Hülse, Teller. Beide können nur aus Metall, Gußeisen oder Messing gemacht werden. Die Hülse d hat einen angegossenen Steg ff, in der Mitte mit einem cylindrischen Loch, durch welches der von der Ventilklappe nach unten gehende cylindrische Stiel, Stengel e, durchgeht, der an seinem untern Ende eine Schraubenmutter hat, durch welche bewirkt wird, daß sich das Ventil nicht mehr heben kann, als eben nothwendig ist. Der Winkel Cop, welchen die Seiten des Kegels mit seiner Basis machen, soll nicht größer seyn als 60°; hierauf gründet sich folgende Vorschrift: man theilt den Radius des Stiefels, in welchem der Kolben geht, oder den der Röhre B in 5 gleiche Theile und gibt dem Radius Co des größern Kegelkreises 4, dem des kleinern aber 3 solche Theile; zerfällt man ferner den Radius Co der größeren Kegelbasis in zwei Theile und gibt der schrägen Fläche op einen solchen Theil, so gibt dieses Verhältnisse, welche nach der Erfahrung die geeignetsten sind. Bei geöffnetem Ventile muß der Raum für den Durchfluß des Wassers so groß seyn, daß der Kegel C wenigstens so hoch gehoben wird, als der vierte Theil des Diameters der Saugröhre A beträgt. Der Kegel C ist an seiner obern Seite, um sein Gewicht zu verringern, schalenförmig ausgedreht. Diese, wie überhaupt alle metallenen Ventile werden meistens mit Scheiben oder Flantschen versehen, entweder mit eingelegten Lederscheiben oder Kitt, durch Schrauben mit der Saug- oder Steigröhre verbunden. Diese Ventile werden von vielen Muschelventile, hingegen Kegelventile solche genannt, bei welchen der Kegel C verhältnißmäßig viel länger und der Neigungswinkel Cop seiner geraden Seiten zur Basis bedeutend geringer als 60° ist. Diese Ventile sind jedoch fast ganz außer Gebrauch gekommen, indem sich der Kegel oft in die Schale so stark eingezwängt hat, daß er stecken blieb, wodurch das Spiel der Pumpe aufhören mußte.

§. 280.

Bl. 61. **Muschelventile.**

Fig. 11.

Andere, wie Gerstner, nennen Muschelventile jene Gattung,
Fig. 11. wobei die Hülse d, Fig. 11 und der Teller C kugelförmig gestaltet und zusammengeschliffen sind. Der Stiel c geht hier nach aufwärts in dem gleichfalls oberhalb stehenden Stege f g — eine Anordnung, welche auch bei den Kegelventilen genommen werden kann und den Vortheil gewährt, daß die Oeffnung in der Hülse d nicht verengt wird.

§. 281.

Kugelventile.

Fig. 29—32.

Die Kugelventile haben gleich den so eben beschriebenen Muschelventilen kugelförmige Hülsen, in welchen statt des conischen oder nach einer Kugelzone gestalteten Tellers ganze Kugeln eingeschliffen sind; die Kugelventile wären eigentlich die vorzüglichsten von allen; da es aber sehr schwierig, fast unmöglich ist, eine Kugel vollkommen genau abzudrehen und einzuschleifen und ihr das gehörige Gewicht zu geben, um dem Wasser bei seinem Durchgange keinen zu großen Widerstand entgegenzusetzen, so wendet man das Kugelventil nur selten, im Großen gar nicht, sondern nur in sehr kleinen Dimensionen an.

Fig. 29 — 32. Fig. 29 — 32 unten links in der Speisungspumpe einer Locomotive sind sowohl das Saugventil G′, als das Kropf- oder Ausgangsventil H Kugelventile. Die Kugeln G′ und H sind beide von Kupfer, die Hülsen d aber von Messing. Um aber das Spiel der Kugeln zu beschränken, und damit sie sich zu gleicher Zeit stets senkrecht heben und immer sogleich in die Hülse d zurückfallen, umschließt man sie mit einer kupfernen Gabel oder Leitung mit vier Zweigen, von welchen die des Ausgangsventils H in Fig. 32 besonders dargestellt ist. Die Gabel des Saugventils ruht auf der Ventilhülse d′, und ihre Enden sind mit der Pumpe fest verbunden. Die Gabel des Auslaßventils H ist durch eine Schraube mit dem Deckel, welcher die Pumpe hier verschließt, und welche man nach Erforderniß losschrauben kann, um das Innere zu untersuchen und zu sehen ob die Ventile und ihre Hülsen in gutem Zustande sind, verbunden.

§. 282.

Balancirventil. Bl. 61.

Fig. 12.

Das Balancirventil. Fig. 12 ist eine Art Klappenventil, wobei die Klappe C E mit einer etwas außer der Mitte stehenden Achse f versehen ist, welche in besondern auf der Ventilhülse d befestigten Pfannen liegt, und um die sich die Klappe C E in der punktirten Stellung drehen kann, wo sie dem Wasser den Durchgang nach aufwärts gestattet. Dieses Ventil ist schwer auszuführen und nützt sich bald ab, daher es auch selten gebraucht wird. Fig. 12.

§. 283.

Scheibenventil.

Fig. 13.

Das Scheibenventil Fig. 13 ist ebenfalls eine Art Klappenventil, welches in neuerer Zeit bei Warmwasserpumpen und besonders als Sicherheitsventil bei Dampfkesseln angewendet wird. Die Klappe C ist eine cylindrische Scheibe, welche auf dem die Hülse bildenden Ausgangsrohre aufgeschliffen ist; nach oben hat die Scheibe einen kurzen cylindrischen Stiel o, auf welchen ein mit einem verschiebbaren Gewichte versehener Hebel drückt. Unterhalb ist an die Scheibe eine dreizackige Gabel angeschraubt, welche in den Hals des Dampfausgangrohres mit einigem Zwischenraume hinabgeht, wodurch der bei Kegelventilen nothwendige Stiel und Steg vertreten wird. Fig. 13.

§. 284.

Drosselventil.

Fig. 14.

Das Drosselventil Fig. 14 besteht aus einer in einer Hülse D, um eine Achse e f drehbaren Klappe oder Scheibe C; das Drosselventil, auch Sperrhahn genannt, wird in dieser Form bei Dampfmaschinen angewendet und dient dazu, die Einmündung der Dampfleitungsröhre mehr oder minder zu öffnen oder zu schließen, um den Gang der Maschine mehr oder minder zu beschleunigen. Das Oeffnen und Schließen der Klappe C geschieht mittelst eines auf die Achse e f aufgesteckten Hebels o p, von welchem aus eine Zugstange mit noch einem oder mehrern Hebeln bis zu dem Centrifugal-Regulator (conischen Pendel) geht, welch letzteren wir Fig. 14.

Bl. 64. mit einem Drosselventile bereits in der Abtheilung, „Regulatoren" beschrieben haben. Außer dieser Anwendung kömmt das Drosselventil schon lange in den eisernen Rauchröhren der Zimmer-Oefen zum Abschließen der Wärme vor, wobei die Klappe C bloß eine Scheibe aus Eisenblech und die Achse e f, außerhalb mit einem flachen Griffe versehen, gleichfalls aus Schmiedeisen ist. Bei dem in Fig. 14 dargestellten Drosselventile ist die Hülse
Fig. 14. D nebst der Klappe C aus Messing, die Achse e f mit dem Hebel aus Schmiedeisen; die Hülse ist auf beiden Seiten conisch ausgedreht, und die Klappe, wie aus dem Aufrisse links ersichtlich, auf zwei Seiten entgegengesetzt abgeschrägt, so daß, wenn sie ganz geschlossen ist, sich dieselbe dicht an die conischen krummen Wände der Hülse anlegt und dem Dampf den Durchgang versperrt. Die Hülse hat vier Löcher, welche zur Aufnahme der Schrauben dienen, mittelst derer sie zwischen die letzte Röhre und den Steuerungs-Apparat angeschraubt wird.

§. 285.

Schieberventile.

Fig. 15.

Die Schieberventile sind eine Erfindung neuerer Zeit und werden bei den Steuerungen der Dampfmaschinen, besonders der Locomotiven angewendet; Fig. 15 haben wir solch ein Schieberventil einer Locomotive dargestellt; bevor wir aber dessen Einrichtung beschreiben, wollen wir in Kürze erklären was man unter Steuerung versteht. Wir dürfen voraussetzen, daß jedem unsrer Leser bekannt ist, daß der Dampf größtentheils dadurch als bewegende Kraft benützt wird, indem man denselben in einen Cylinder, den Dampf- oder Arbeitscylinder einströmen läßt, in welchem er einen Kolben geradlinig fortschiebt; hat nun dieser seinen Weg zurückgelegt, so muß Vorsorge getroffen seyn, daß der im Cylinder noch enthaltene Dampf sogleich entweichen kann und der Kolben den eben zurückgelegten Weg wieder, jedoch in entgegengesetzter Richtung macht, und in eine ununterbrochene, geradlinig fortschreitend wiederkehrende Bewegung versetzt wird.

Die Vorrichtungen nun, mittelst welcher der Dampf — bei Wassersäulen-Maschinen das Wasser — im Cylinder bald über, bald unter den Kolben geleitet wird, nennt man Steuerungen, deren man bis daher drei Gattungen hat: nämlich Hahnsteuerung mit dem Vierweghahn, bereits in der Abtheilung „Hähne" aufgeführt; dann Kolbensteuerung und endlich Schiebersteuerung. Jede der drei Gattungen hat denselben Zweck

zu erfüllen; jedoch gebraucht man Hahnsteuerungen ihrer baldigen Ab- Bl. 61.
nützung wegen bei Locomotiven gar nicht und selten mehr bei feststehen-
den Dampfmaschinen, bei welch letztern die Kolbensteuerung jetzt meistens
Anwendung findet, während die Schiebersteuerung bei diesen weniger, aus-
schließlich aber bei Locomotiven im Gebrauche ist.

Fig. 15 haben wir eine Schiebersteuerung, Schieberventil, von einer Fig. 15.
Locomotive aufgenommen, deren Einrichtung folgende ist: An der Vorder-
seite der Locomotive sind unten am Gestelle meistens in horizontaler Lage
zwei Arbeits-Dampfcylinder, in welchen der im Kessel erzeugte Dampf
durch die Admissionsröhre, welche sich an dem in Fig. 37 — 40 Bl. 60
aufgeführten Admissionshahn in zwei Zweige theilt, zugeführt wird.
Blatt 61 Fig. 15 haben wir einen dieser Cylinder A, der mit dem an-
dern eine gleiche Einrichtung hat, in einem senkrechten Durchschnitt ge-
zeichnet. C ist der untere Theil der Dampfleitungsröhre, sie mündet in
eine auf den gußeisernen Cylinder A aufgeschraubte prismatische gußeiserne
Büchse, Vertheilungsbüchse I, ein, welche einen durch Schrauben befestig-
ten Deckel hat, durch dessen Hinwegnahme man, im Falle an dieser Vor-
richtung etwas in Unordnung kömmt, schnell nachsehen kann. Am Ober-
theile des Cylinders A bemerkt man zwei Canäle s und t von viereckigem
Querschnitte, mit einem dritten Canal o mit kreisförmigem Querschnitte,
welch letzterer eine viereckige Oeffnung u, gleich den Canälen s t, nach
aufwärts hat; diese Canäle sind sämmlich in den Cylinder eingegossen,
und von ihnen communicirt der cylindrische Canal u mit der Ausgangs-
röhre R, Blaserohr genannt, durch welches der bereits benützte Dampf in
den Kamin ausströmt. Von den andern Canälen communicirt abwechs-
lungsweise s und t mit der Vertheilungsbüchse I, und läßt, während der
andere s mit dem Canale o in Verbindung gesetzt ist, was durch einen
flachen hohlen Deckel P, den Schieber geschieht, den Dampf in das Blase-
rohr R ausströmen. Dieser Schieber P, das eigentliche Ventil, Schieber-
ventil, ist von Kupfer und auf der ebenen Erhöhung des Cylinders A,
wo die drei Canäle s, t und o einmünden, gut aufgeschliffen; er wird
umschlossen von einem Rahmen aus Schmiedeisen und erhält seine Be-
wegung durch eine in einer Stopfbüchse F' gehende Schubstange G von
der Kolbenstange E aus. In der gezeichneten Stellung, wo der Kolben
P die Hälfte seines Weges zurückgelegt hat, strömt der Dampf durch den
Canal t ein, während der benützte Dampf durch den Canal s, u und o
durch das Blaserohr entweicht. Sobald der Kolben seinen Weg zurück-
gelegt hat, kömmt der Schieber in die entgegengesetzte Stellung und macht
den Canal s frei, durch welchen nun der Dampf in den Cylinder einströmt,

während der Dampf, welcher seine Wirkung vollbracht hat, durch den Canal t und o in das Blaserohr entweicht.

Kolben.

§. 286.

Allgemeine Erklärung.

Die Kolben sind hauptwirksame Theile der Pumpen, der hydraulischen Pressen, der Gebläse, so wie der Wassersäulen- und Dampfmaschinen, und verdienen um so mehr eine besondere Beachtung, als sie dem ersten Angriff der Kraft ausgesetzt sind, und so lange diese fortgepflanzt werden oder eine Wirkung erfolgen soll, in Bewegung gesetzt und beständig erhalten werden müssen, wodurch Reibung und bei ungeeigneter Construction und Nachlässigkeit in ihrer Unterhaltung starke Abnutzung erfolgt. Man hat verschiedene Kolben, deren Construction und das hiezu verwendete Material meist aber schon von vornhinein von ihrer Bestimmung und Leitung abhängt. Alle Gattungen der Kolben können in zwei Hauptclassen abgetheilt werden und wir rechnen in die erste Classe alle diejenigen, welche solid oder massiv sind, ohne mit einer Oeffnung versehen zu seyn; zur zweiten Classe hingegen alle jene Kolben, welche in ihrer Mitte eine oder mehrere Oeffnungen mit eben so vielen Ventilen haben. Die Kolben der ersten Classe finden Anwendung bei hydraulischen Pressen, bei Gebläsen, dann Wassersäulen- und Dampfmaschinen, so wie bei den Druckpumpen, bei welch letztern und den Gebläsen Holz, aber auch nur theilweise, bei den übrigen aber Metall allein, oder auch theilweise, jedoch ohne Benützung von Holz, als geeignetes Material gebraucht werden kann.

Die Kolben der zweiten Classe hingegen werden bei den einfachen Saugpumpen, bei der vereinigten Saug- und Druckpumpe, dann der Saug- und Hebepumpe angewendet, und das Material, welches in Rücksicht seiner Masse vor dem andern vorherrscht, ist meistens Metall, und nur bei Pumpen von geringer Leistung Holz. Jeder Kolben besteht aus 3 Theilen, nämlich:

1) aus dem Körper- oder Kolbenstock,
2) aus dem Bügel oder der Vorrichtung zur Verbindung der Kolbenstange,
3) aus der Liederung, wozu bei denen der zweiten Classe auch noch ein vierter Theil, das Kolbenventil, hinzukommt.

Da es nicht im Plane dieses unsers Werkes liegt, uns mit speciellen Maschinen, wie Gebläsen, Dampf-Wassersäulen-Maschinen ꝛc. zu befassen, so

beschränken wir uns auch bei den Kolben nur auf Pumpen und beginnen Bl. 60.
wie früher mit denen für Saugpumpen im nächsten Paragraph.

§. 287.

Kolben für Saugpumpen.

Fig. 16 — 22.

Fig. 16 D ist einer der einfachsten Kolben, dessen Körper oder Kolbenstock e ein hölzerner Cylinder ist, durch welchen der Bügel f h f geht, der durch die Absätze f f und unten bei b b durch Schrauben an den Körper e befestigt ist. In den Bügel f h f wird in h die Kolbenstange E eingehängt. Fig. 16.

Der Kolbenstock hat in der Mitte eine cylindrische Oeffnung B, auf deren Oberseite ein einfaches Klappenventil C liegt, dessen Lederscheibe bloß durch den Bügelabsatz bei c ohne eine weitere Verbindung festgehalten wird. Der hölzerne Körper e ist bei d schräg eingedreht, und es wird daselbst ein Lederstreifen d g ringsherum angenagelt und mit seinen beiden Enden zusammengenäht. Mit diesem Lederstreifen, der Liederung, reibt sich der Kolben nur an der innern krummen Fläche des Stiefels oder Kolbenrohrs und muß damit luft- und wasserdicht schließen, was hier, wenn auch nicht ganz, doch dem Zweck entsprechend besonders dadurch geschieht, daß die Liederung d g, der Stulp, bei Aufwärtsgehen des Kolbens vom Wasser an die Fläche des Stiefels angedrückt wird. Zum Kolbenstock eignen sich am besten Eichen- oder Erlenholz, welches, damit es nicht mehr anschwillt, im nassen unausgetrockneten Zustande verarbeitet wird. Einige nehmen auch Buchenholz, welches dem Zersprengen allerdings weniger ausgesetzt ist, aber im Wasser bald verstockt.

Für größere Saugwerke bedient man sich der Kolben mit doppelten Klappenventilen Fig. 17. Der Körper oder Kern e des Kolbens ist hier gewöhnlich von Gußeisen; die Liederung d g, ähnlich der vorhinbeschriebenen Stulpliederung, wird durch einen schmiedeisernen, von innen abgeschrägten, gut angetriebenen Ring o an dem Kolben festgehalten. Die Lederklappen sind wie bei dem Ventil Fig. 6, und werden durch den Ansatz f, der durch die Scheidewand durchgehenden an der Unterseite mit einer Schraube b mit dem Kern verbundenen Kolbenstange E festgehalten. Fig. 17

Eine diesen bei weitem vorzuziehende bessere, aber auch kostspieligere Construction haben wir in Fig. 18 aufgenommen. Dieser Kolben besteht aus dem Rohre oder der Hülse B, und einem in selbem befindlichen Kegelventil C, dann dem Ringe d, welch letzterer mit dem Rohre durch ein Fig. 18.

Bl. 61. Fig. 18. Schraubengewinde verbunden ist. Zwischen dem Ring d und dem am Rohr befindlichen Ansatz g ist die Liederung L, aus mehreren Scheiben von gutem (Frankfurter) Sohlenleder bestehend, fest zusammengepreßt und gut abgedreht. Die Scheibe d, das Rohr B und der mit diesem aus einem Stück bestehende Bügel f h f nebst dem Ventile sind von Messing. Die eiserne Kolbenstange E ist mit dem Bügel f h f durch eine Schraube verbunden. Die Oeffnung o p des Rohrs B soll gleich der Saugröhre seyn.

Fig. 19. Fig. 19 ist mit Ausnahme der Liederung L, welche, wie bei den so eben beschriebenen Kolben, aus Sohlenleder besteht, ganz aus Messing und unterscheidet sich von jenen bloß darin, daß statt der Scheibe in die Hülse ein Rohr eingeschraubt ist, welches an seinem obern Ende eine gut aufgeschliffene Scheibe, den Thaler T, daher Scheiben und im kleinen wie hier, Thalerventil genannt wird. Damit aber der Thaler immer auf das Rohr auffällt, hat der mit der Hülse aus einem Stück gegossene Bügel statt der gewöhnlichen und in andern Fällen ausreichenden zwei Säulen, deren drei f k i; wo sich diese drei oben in h vereinigen, endet er in eine conische Hülse, in welche die hölzerne Kolbenstange E fest eingetrieben und durch einen auf beiden Seiten vernietheten eisernen Stift festgehalten wird.

Fig. 20. Fig. 20 haben wir einen Kolben, welcher bei großer Einfachheit auch sehr wenig kostspielig herzustellen ist, und hauptsächlich für Bergwerke, deren Grubenwasser wegen seiner Bestandtheile weder eine metallene noch eine Lederliederung zuläßt, geeignet ist. Dieser Kolben ist angeblich von dem schwedischen Ingenieur Berrndison erfunden, und im Dingler'schen Journal Bd. LXXI. Jahrgang 1839, Seite 113 beschrieben, von dem wir Zeichnung und Beschreibung entnommen haben.

A ist das untere Ende der Kolbenstange, an der die Schultern und Treibstücke D D und das Kugelventil C angebracht sind. Durch den Kolben oder Eimer B ist ein cylindrischer Canal gebohrt, dessen Durchmesser halb so groß ist als der äußere Durchmesser des Kolbens. An der obern Mündung dieses Canals bemerkt man eine Erweiterung E, welche den Treibstücken D D abwechselnd eine Bewegung nach auf- und nach abwärts gestattet. Seine untere Mündung ist etwas ausgeweitet, damit sie, wenn das Kugelventil C beim Hube der Kolbenstange nach aufwärts emporsteigt, einen wasserdichten Sitz für dieses Ventil bildet. Bei F ist in den Kolben B unter rechten Winkeln eine tiefe Rinne geschnitten, die zur Aufnahme der Liederung bestimmt ist. Diese Liederung besteht in dem in Newcastle angezeigten Kolben aus Birkenrinde, deren Theile nach der Diagonale zugeschnitten sind, und wird während des Emporsteigens des

Kolbens durch die in der Pumpe befindliche Wassersäule, welche durch Bl. 61. Fig. 20.
kleine Oeffnungen, die mit dem cylindrischen Canale des Kolbens communiciren, auf die innere Seite der Liederung wirkt, nach auswärts gedrängt, damit sie einen vollkommenen Schluß bewirkt. Aus der Zeichnung erhellt die gegenseitige Stellung der Theile während des Emporsteigens der Kolbenstange, wo C als ein die Mündung verschließendes Ventil wirkt. So wie die Bewegung nach abwärts beginnt, bleibt der Kolben B einen Augenblick unbewegt, bis die Treibstücke auf den Grund der Erweiterung bei E gelangt sind, wo dann die Kolbenstange den Kolben so lange vor sich herschiebt, bis er am Ende seiner Bahn angelangt ist. Während dieser Zeit entfernt sich das Kugelventil C von der untern Mündung, so daß das Wasser frei durch den Kolben strömen kann.

Da dieser Kolben aus grünem Holze und von Jedermann, der eine Drehbank zu handhaben versteht, verfertigt werden kann, so dürfte er namentlich in solchen Fällen, wo keine bessern Apparate und Arbeiter zur Verfügung sind, sehr gute Dienste leisten.

Fig. 21 haben wir noch seiner Einfachheit halber einen Kolben auf- Fig. 21.
genommen, der für gewöhnliche Saugwerke, wo das Wasser nicht hoch zu heben und das Saugventil vom Wasserspiegel nicht weit entfernt ist, vielfältige Anwendung findet. Dieser Kolben besteht aus einer mit mehreren Löchern versehenen eisernen Scheibe a, auf deren oberen ebenen Fläche zwei Lederscheiben L aufgelegt werden, welche über die erste eiserne Scheibe einen geringen Vorsprung haben und nach der Größe des Stiefels abgedreht sind. Die eiserne nebst den beiden Lederscheiben sind mittelst einer Schraube b mit dem an seinem obern Ende mit einer conischen Hülse versehenen eisernen Stiel, der in der Mitte einen Ansatz hat, verbunden. Die Lederscheiben biegen sich beim Niedergang des Kolbens nach aufwärts und lassen so das Wasser durch die Löcher in den Stiefel hinein, während beim Aufwärtsgehen des Kolbens die Löcher von den Lederscheiben bedeckt werden und so das Wasser gehoben wird.

Fig. 22 ist ein Kolben für Saugwerke, mittelst welcher heiße Flüs- Fig. 22.
sigkeiten gehoben werden können; sowohl dieser als alle für solche Zwecke angeordneten Kolben können nur von Metall (Messing oder Gußeisen) gemacht werden; auch darf bei heißen Flüssigkeiten und Dampf jener den eigentlichen luftdichten Schluß bewirkende Theil des Kolbens, die Liederung L, nicht mehr aus Leder, sondern muß aus Hanf, Werg oder aus Metall bestehen. Der Kern des Kolbens hat mehrere, hier sechs Löcher a, und ist an seiner äußern krummen Fläche, zur Aufnahme der Liederung L, welche eine in Talg oder Schweinfett und Baumöl getränkte Werkumwickelung ist, ausgedreht. Die eiserne Kolbenstange E ist durch

Bl. 61. Fig. 22. eine Schraube b mit dem Kern des Kolbens verbunden und hat oberhalb einen reingedrehten Hals mit einem Ansatze, unterhalb welchen Ansatzes eine metallene Scheibe S an ihr auf- und abbeweglich und auf den Kern des Kolbens aufgeschliffen, mit diesem das Ventil (Scheibenventil) bildet.

§. 288.

Kolben für Druckwerke.

Fig. 23 — 35.

Wir haben früher schon angeführt, daß sich die Kolben der Druckpumpen von denen der Saugwerke darin unterscheiden, daß sie nicht wie diese hohl und mit Ventilen versehen, sondern massiv sind. In Bezug auf Einfachheit, jedoch nur bei Druckwerken von unbedeutender Leistung, ge-
Fig. 23. bührt den in Fig. 23 gezeichneten der erste Rang. Der Körper ist ein massiver Cylinder aus Holz oder Metall und mit der eisernen Kolbenstange E unten durch eine Schraube b verbunden. Die Liederung L besteht aus einem eigens gepreßten oder zusammengenähten Lederstulp, Ledersturz, an den Kern in der Mitte entweder genagelt oder durch Umwickelung mit Schnüren so fest mit dem Kern verbunden, daß der unten und oben über dem Kern vorstehende Lederrand sich dicht an den Stiefel anlegt.

Der in Fig. 24 dargestellte Kolben ist den vorhergehenden in Rück-
Fig. 24. sicht seiner Wirkung vorzuziehen; der Kern ist hier aus festem Holz oder Blei, über welches oben und unten eine Scheibe aus Korkholz gelegt wird, auf welche wieder zwei andere aus Eisen zu liegen kommen, die durch die Schraube bei s eine feste Verbindung erhalten. Von außen werden zwei Nuthen a und b schräg eingedreht und in dieselben zwei Lederstreifen, sowohl nach unten als nach oben mit Nägeln so befestigt, daß überall ein runder Sturz L entsteht, deren einer sich beim Niedergang, der andere beim Aufwärtsgange des Kolbens fest genug an die Stiefelwand anlegt.

Fig. 25 ist der am häufigsten bei Druckwerken angewendete Kolben;
Fig. 25. derselbe besteht aus zwei durch einen Bolzen s verbundenen Metallscheiben a und b, zwischen welchen beiden Scheiben aus Filz oder Sohlenleder, welche, früher in Wasser eingeweicht und mit dem Hammer geschlagen, fest eingepreßt werden, zu liegen kommen. Der Bolzen endet in ein flaches oder gabelförmiges Oehr mit einem cylindrischen Loche o, mittelst dessen er durch einen Schraubenbolzen mit der eisernen Kolbenstange E verbunden wird. Diese scharnierartige Verbindung des Kolbens mit der Kolbenstange ist überall nothwendig, wo die Kolbenstange nicht stets in einer geraden mit der Achse des Stiefels zusammenfallenden Linie, sondern von einer Kurbel unmittelbar oder einem

Hebel (Balancier) ausgehend, in verschiedener Richtung auf den Kolben Bl. 61.
wirkt, was besonders auch bei Feuerspritzen, wo man in Hinsicht der Länge der Kolbenstangen ohnehin auch noch sehr beschränkt ist, sich auffallend zeigt.

Diesem Uebelstande kann einigermaßen durch eine Construction wie in Fig. 26 abgeholfen werden, wo der Kern des Kolbens hohl ist und die Fig. 26.
Verbindung der Kolbenstange auf die vorhin beschriebene Art, jedoch dem Boden des Kolbens möglichst nahe, angeordnet ist. Die Lederscheiben werden durch die mit einem Schraubengewinde versehene obere Scheibe zusammengepreßt und hierauf wie beim Kolben Fig. 27 gut abgedreht.

In Fig. 27 ist auf eine andere Weise Vorsorge getroffen, um den Fig. 27.
schiefen Druck der Kolbenstange unschädlich zu machen. Der Kern des Kolbens besteht aus zwei Stücken, von denen jedes eine concave Kugelzone o hat, zwischen welchen beiden die mit einer entsprechenden Kugel versehene endende Kolbenstange E geht. Der obere Theil des Kernes ist conisch ausgedreht, um der Kolbenstange den nöthigen Spielraum zu gewähren; beide Kernhälften können, wenn an der Kugel, gewöhnlich aber zuerst an ihren Zonen eine Abnützung stattgefunden hat, durch Schrauben einander wieder gehörig genähert werden. Die Liederung L ist wie in Fig. 25 und 26. Bei den hölzernen Balanciers haben wir eine gleiche Anordnung von Hrn. v. Reichenbach aufgeführt, welche unsers Dafürhaltens dem Zweck besser entspricht als diese. Eine verbesserte und in neuerer Zeit vielfach angewendete Gattung von Kolben sind die Manschettenkolben, von welchen man einfache und doppelte unterscheidet.

Fig. 28 ist eine Zeichnung des doppelten Manschettenkol- Fig. 28.
bens, aus welchem der einfache Manschettenkolben leicht zu erklären ist. Der doppelte Manschettenkolben Fig. 28 besteht aus zwei in eigenen Formen gepreßten Lederstulpen L, zwischen welchen eine oder zwei Lederscheiben M eingelegt werden. Die beiden Stulpen L, dann die zwischen ihnen liegende Lederscheibe m werden durch zwei metallene Scheiben o o mittelst der an der eisernen Kolbenstange angeschnittenen Schraube s zusammengehalten. Denkt man sich den untern Stulp L weggelassen, so hat man den einfachen Manschettenkolben, der mit Ventilen, gewöhnlich Klappenventilen versehen, jetzt vielfältig für Saug- und Hebepumpen angewendet wird.

Bramah'sche Kolben. Seit der Erfindung der Presse von Bramah (hydraulische Presse) bedient man sich für diese sowohl als auch für die vereinigten Saug- und Druckpumpen, die man jetzt Druckpumpen geradeweg nennt, einer besondern höchst zweckmäßigen Kolbenconstruction, von

Bl. 61. ihrem Erfinder „Bramah" Bramah'sche Kolben genannt. Wir haben in Fig. 29 — 35. Fig. 29 — 32 die Speisungspumpe einer Locomotive, dann in Fig. 33 — 35 die einer andern Dampfmaschine aufgenommen, theils um an diesen die Einrichtung von Hähnen, und die an ihnen befindlichen Stopfbüchsen und Ventile, theils die Bramah'sche Kolbeneinrichtung nebst der ganzen Anordnung einer Pumpe neuer und verbesserter Art zeigen zu können.

In Bezug der Hähne, Stopfbüchsen und Ventile wurde das Nöthige bereits angeführt, und es bleibt uns jetzt nur noch übrig, die Kolben und die Einrichtung dieser Pumpen im Allgemeinen kennen zu lernen. Was die Einrichtung des Kolbens von Bramah im Allgemeinen anbelangt, so unterscheidet sich diese wesentlich darin von den frühern Kolben, daß bei ihnen die Liederung nicht mehr einen Bestandtheil des Kolbens, sondern des Stiefels oder Arbeitscylinders bildet, bei welch letztern das ohne eine eigene Maschine, besonders im großen Verhältniß, zu bewerkstelligende Ausbohren gänzlich unterbleibt, und der Stiefel an seiner innern krummen Fläche ganz roh, wie er vom Guſſe kömmt, gelassen wird.

Der Kolben D' ist entweder wie in Fig. 33 ein massiver, oder wie in Fig. 29 ein hohler messingener Cylinder. Hohl macht man die Kolben nur im großen Verhältnisse zur Verringerung ihres Gewichtes und Ersparung an Metall, oder wie hier Fig. 29 und 30, wo die Kolbenstange **E** der ganzen Länge nach bis auf den Boden des Kolbens geht, mit welchem sie durch eine Schraube verbunden ist. Diese zweckmäßige Einrichtung wurde deßwegen getroffen, damit, wenn der Stiefel A'' aus seiner richtigen Lage kömmt, so daß seine Achse nicht genau in derselben des Kolbens ist, die sehr lange Stange des letztern sich biegen und man dadurch einem Bruche vorbeugen kann. Bei dem in Fig. 33 ist diese Vorsicht nicht nothwendig, weil hier ohnehin durch ein Parallelogramm oder eine andere Vorrichtung für die geradlinige senkrechte Bewegung des Kolbens Vorsorge getroffen ist.

Statt des schwierigen Ausbohrens des Stiefels A'' ist der Kolben D' an seiner äußern krummen Fläche genau abgedreht und geschliffen, und die Liederung, aus einem oder zwei eigens gepreßten Lederstulpen bestehend, ist an der dem Saugventile C' entgegengesetzten, gewöhnlich obern Seite des Stiefels zwischen einer an den Stiefel angegossenen und einer auf dieser durch Schrauben befestigten Metallscheibe eingepreßt, und so fest mit dem Stiefel verbunden daß sie, ähnlich dem Stulpe bei den Manschettenkolben Fig. 28, durch das Wasser an die krumme Fläche des Kolbens D' angedrückt wird. Im kleinern Verhältniß wird die Liederung durch die Stopfbüchsen F vertreten, welche ihren Zweck vollkommen erfüllen.

Die Saugröhre A' der Pumpe Fig. 29 ist von Kupfer und geht in das Wasserreservoir des Tenders; in Fig. 33 ist selbe von Messing und geht zu einem eigenen Reservoir, in welchem das Wasser durch den bereits benützten Dampf vorgewärmt wird. Bl. 61. Fig. 29 — 35.

Fig. 29 ist B die kupferne Steigröhre, in welcher das Wasser, dessen Zufluß durch den Hahn ACE regulirt werden kann, in den Kessel gelangt. Man bemerkt seitwärts noch eine dünne, kupferne, nach aufwärts gehende Röhre D^3 mit einem Hahne e, welcher von dem Maschinenführer geöffnet oder geschlossen werden kann, ohne daß er seinen Stand verändert, und dazu dient, sich jeden Augenblick die Ueberzeugung verschaffen zu können, ob die Pumpe gehörig wirkt oder nicht, wo für den ersten Fall Wasser aus dem obern Theile der Röhre, im andern keines ausgespritzt wird. Alle übrigen Theile dieser Pumpe sind sämmtlich aus Messing oder Rothmetall bis auf die schmiedeiserne Kolbenstange. Das Spiel dieser Pumpe sowohl, als der in Fig. 33 gezeichneten wird man sich aus der Einleitung und Erklärung der Pumpen leicht verständlich machen können. An der Pumpe Fig. 33 bemerken wir eine bisher noch nicht aufgeführte Einrichtung, welche an beiden Ventilen dieselbe ist und durch Fig. 34 erläutert wird. Diese Einrichtung besteht darin, daß der Ventilkegel M nach abwärts statt des Stieles ein nach drei Seiten aufgeschnittenes Rohr hat, welches den Kegel bei seiner Bewegung statt des Steges in senkrechter Richtung erhält und dem Wasser kein Hinderniß bei seinem Durchgange durch die drei Ausschnitte in den Weg legt; oberhalb endet der Kegel in einen mit einem eingeschnittenen Gewinde versehenen Cylinder, dessen Zweck folgender ist: da sich die Ventile oft verschleimen und festsetzen und bei ihrem anhaltenden Gebrauch ein baldiges Einreiben oder Auswechseln der Kegel erheischen, so muß man zu diesem letzteren Behufe immer schon fertige Kegel vorräthig haben und Vorsorge treffen, daß man leicht zu den Ventilen kann und diese Reparaturen in der möglichsten Schnelligkeit vollbracht werden können. Hiefür ist also bei der Pumpe Fig. 33 dadurch gesorgt, daß ober dem Auslaßventil H ein Deckel angebracht ist, welcher mittelst einer durch einen seitwärts anzulegenden Bügel gehenden Schraube leicht und schnell abgenommen werden kann. Man hat nun eine auf das Gewinde im Ventilkegel M passende Schraube vorräthig, mittelst welcher, indem diese in jenen eingeschraubt wird, er leicht herausgehoben werden kann, worauf man auf dieselbe Weise den Kegel des Saugventils aushebt. Diese Anordnung der Ventile ist gut und zweckmäßig, und wird jetzt bei den Speisungspumpen der Dampfmaschinen, besonders aber der hydraulischen Pressen allenthalben befolgt; sind Ventile verhältnißmäßig noch kleiner, so werden sie, wie das Sicherheitsventil R Fig. 35, vergrößert

Bl. 61. Fig. 35. dargestellt gemacht. Man dreht einen vom Kegel ausgehenden Cylinder von gleichem Diameter wie die Röhre, durch welche das Wasser gegen den Kegel strömt oder drückt, und nimmt vom Cylinder auf drei Seiten ganz gleich so viel weg, daß von der krummen Fläche nur drei gleiche schmale Rände bleiben, welche sich an der krummen Röhrenfläche anlegen und bei dem Oeffnen des Kegels diesen in der angewiesenen Richtung erhalten. Außerhalb des Kegels endet dieser in eine Kugel, auf welche der Arm X des Winkelhebels Z drückt. Der Hebel Z ist mit einem verschiebbaren Gewichte versehen, um den Druck der Pumpe reguliren zu können. Das Sicherheitsventil wird hier, und besonders bei den hydraulischen Pressen, Dampfkesseln 2c. dazu angeordnet, daß, wenn das Maximum des nothwendigen Druckes erreicht ist oder etwas in Unordnung geräth, und dieses Maximum so weit überschritten würde, daß an irgend einem Theile ein Bruch eintreten müßte, dieses, indem sich das Wasser oder der Dampf durch das Sicherheitsventil einen Ausweg verschafft, verhindert wird. Mit Ausnahme des Stiefels A'', welcher von Gußeisen ist, dann des Sicherheits-Ventil-Hebels X Z, und des Bügels mit der Schraube, durch welche der Deckel ober dem Auslaßventil H gehalten wird, welche aus Schmiedeisen bestehen, sind alle Theile aus Messing.

Die in Fig. 3 in $^1/_{10}$ wirklicher Größe gezeichnete Saug- und Hebepumpe ist, wie die beiden zuletzt beschriebenen, die Speisungspumpe einer Dampfmaschine; der Kolben ist von Messing mit Hanflieberungen und einem Kegelventile versehen; auch das Saug- und Auslaßventil, so wie die beiden der Pumpe Fig. 4 sind Kegelventile mit Stielen und Stegen, welche hier in Fig. 4 wohl an ihrem Platze sind, in Fig. 3 aber durch Scheibenventile wie die in Fig. 13 ersetzt werden können.

Aufnahme von Maschinen.

§. 289.

Im Allgemeinen.

Das Aufnehmen der Maschinen, als der schwierigste Theil der Maschinenzeichnung, bildet die letzte Abtheilung dieses Werkes und besteht darin, eine in Wirklichkeit vorhandene Maschine so zu zeichnen, daß Jeder, des Zeichnens Kundige in den Stand gesetzt wird, aus dieser Zeichnung alle einzelnen Theile der aufgenommenen Maschine, in Rücksicht ihrer Verhältnisse, Form und Größe, als auch ihre Verbindung unter einander und ihre Zusammenfügung zur ganzen Maschine so vollkommen kennen zu lernen, daß auch ihre Ausführung durch jeden, welcher außer der Kenntniß des Zeichnens die nöthige Handfertigkeit in den vorkommenden Arbeiten besitzt, und wenn auch die Maschine eine nie gesehene, ganz neue ist, bewerkstelligt werden kann.

Maschinen aufzunehmen gibt es zwei Arten, welche sich darin wesentlich unterscheiden, daß bei der einen gewöhnlichen Art die Erlaubniß zur Aufnahme und außer dieser volle Freiheit gegeben ist, die aufzunehmende Maschine ab- oder auszustellen (in Ruhe zu versetzen), dieselbe zu zerlegen und alle Bestandtheile in Hinsicht ihrer Verrichtung, des Materials, aus welchem sie gefertigt ist, dann in Bezug auf ihre Gestalt und deren Dimensionen genau kennen zu lernen. Ist man hiebei auch noch in Rücksicht der Zeit nicht beschränkt, und kann die ganze Aufnahme an Ort und Stelle vollendet werden, so ist dieses Aufnehmen keine schwierige Sache und kann von jedem, der die descriptive Geometrie inne hat, und außer dieser die nöthige Fertigkeit im Linearzeichnen besitzt, aus der nachfolgenden Anweisung leicht erlernt werden; allein es gibt Fälle, wo wohl die Erlaubniß zur Aufnahme gegeben ist, aber das Zerlegen der Maschine oft in Rücksicht ihrer Construction nicht gestattet werden kann oder überhaupt nicht gestattet wird, und wobei, wie dieses bei allen hydraulischen und Dampfmaschinen 2c. der Fall ist, oft mehrere der hauptwirksamsten Theile, wie Ventile und Kolben, gar nicht gesehen werden können; hier, so wie überall, wo zur Aufnahme nur kurze Frist gelassen ist, genügt zur Erler-

nung des Aufnehmens nicht mehr die descriptive Geometrie und das Linearzeichnen, sondern es muß nebst diesem das Studium und vollkommene Verstehen der bis daher abgehandelten Maschinen-Elemente vorausgehen, damit die wegen Mangel an Zeit oft nur oberflächlichen Aufnahmen ergänzt und für von außen nicht sichtbare, verdeckte, Theile andere, ihnen wenigstens ähnliche Theile substituirt werden können.

§. 290.

Croquiren, Messen und Cotiren.

Diese erste Art des Aufnehmens besteht aus zwei Operationen, nämlich aus dem Croquiren, und aus dem Messen und Cotiren. Das Croquiren besteht darin, mit Bleistift größtentheils aus freier Hand nur mit geringer Benützung mechanischer Hülfsmittel, als des Cirkels und Lineals ꝛc., oder mit deren gänzlicher Entbehrung, ganz aus freier Hand und bloß mit Bleistift, solche Skizzen nach ungefährem Verhältnisse von der Maschine zu zeichnen, aus welchen man das Princip derselben sowohl, als die Gestalt und Lage aller einzelnen Theile zu einander erkennen kann. Man nennt solch eine Skizze eine Croquis, daher der Name Croquiren. Das Messen und Cotiren umfaßt zunächst das Abnehmen der Maße aller Bestandtheile der croquirten Maschine, dann deren Einschreiben in die Croquis, welch letzteres man das Cotiren und die eingetragenen Maße Coten nennt. Das Messen geschieht mit dem landesüblichen, oder sonst einem vorgeschriebenen Maßstabe, und es wird jede abgenommene Dimension immer sogleich, wo möglich an jene Stelle der Croquis, aber auch nur mit Bleistift eingetragen, an welcher die Cote in Wirklichkeit abgenommen wurde. Meistens wird sogleich nach der Aufnahme und zwar von demjenigen, welcher dieselbe gemacht hat, die Maschine aus den cotirten Croquis ins Reine gezeichnet, was auch immer das Beste ist, indem dem Aufnehmer die Principien der aufgenommenen Maschine und die Formen der einzelnen Bestandtheile derselben von der Aufnahme her noch gut im Gedächtnisse sind; allein es trifft sich auch öfters, daß, wie dieses meist auf Reisen der Fall ist, die Reinzeichnungen nicht sogleich nach der Aufnahme, sondern erst später, oft erst nach Jahren, und manchmal auch durch einen andern hergestellt werden können. Wenn schon im Allgemeinen darauf zu achten ist, daß die Aufnahmen möglichst sorgfältig vorgenommen werden, so muß man besonders bei einem solchen in Aussicht stehenden Falle bei denselben um so aufmerksamer zu Werke gehen, und sich solcher Bleistifte zum Croquiren und Cotiren bedienen, daß die Coten ꝛc. nicht leicht verlöscht werden können. Letzterem kann

auch theilweise dadurch begegnet werden, daß man leichte Farben aufsetzt oder die ganze Croquis durch Gummiwasser zieht und die Hauptcoten mit Tinte oder Tusch einträgt.

§. 291.

Skizziren und Entwerfen.

Die zweite Art aufzunehmen ist diejenige, wo die Erlaubniß zur Aufnahme nach der oben beschriebenen Weise entweder nur insofern gegeben ist, daß man sich eine flüchtige Skizze von einer Maschine abnehmen kann, aber nichts messen darf, oder es ist auch das Skizziren nicht gestattet, und man läßt einem dieselbe besehen, und dieses oft nur im Vorübergehen; ja es gibt Fälle, daß einem durch einen des Zeichnens Unkundigen eine Maschine oder ein Apparat, welcher von diesem gesehen wurde, erklärt wird, und man muß in jedem dieser angeführten Fälle Zeichnungen herstellen, in welchen das Princip so wie die Construction ihrer Hauptsache nach festgehalten und so bestimmt ist, daß man nach solch einer Zeichnung eine ähnliche Maschine auszuführen im Stande ist.

Dieses ist die höchste Aufgabe, welche jedoch nicht mehr einem gewöhnlichen Zeichner, sondern nur dem vollendeten Techniker gegeben werden kann, der, wenn er sie zu lösen im Stande ist, Aehnliches leistet wie ein Portraitmaler, welcher eines Menschen Bild aus dem Gedächtnisse so zu malen im Stande ist, daß man im Bilde das Original wieder erkennt.

Dieses Aufnehmen nach der zweiten Weise ist aber eigentlich kein Aufnehmen mehr, sondern ein E n t w e r f e n, und setzt nicht nur die größte Fertigkeit im gewöhnlichen Aufnehmen mit all' den dort aufgeführten, unumgänglich nothwendigen Vorkenntnissen voraus, sondern erheischt außer diesen auch erworbene Handfertigkeit in den Arbeiten des praktischen Maschinenbaues; man muß selbst in Werkstätten gewesen seyn, viel gesehen und mehreres selbst gemacht haben, man muß ein vollendeter Techniker seyn, und dieser wird man in Hör- und Zeichnungssälen so wenig als bloß auf dem Bauplatze oder in der Werkstätte allein. Es kann daher das Aufnehmen nach der zweiten Art, eigentlich das Entwerfen, nicht mehr in Schulen gelehrt werden, sondern als Resultat rastlosen Fleißes und langjähriger Erfahrungen nur das selbst erworbene Eigenthum von mit vorzüglichen Anlagen für die Technik und ihre Hülfswissenschaften Begabten seyn. — Das Aufnehmen nach dieser zweiten Art setzt außer den erwähnten Kenntnissen noch besonders ein gutes Augenmaß, sowohl in Hinsicht des Schätzens der Maße und schnellen Auffassens der Formen,

als auch in Hinsicht der Geschwindigkeit in Bewegung befindlicher Theile, und ein gutes Gedächtniß voraus, welch letzterm man dadurch zu Hülfe kommt, daß man sich so schnell als möglich die gemerkten Daten notirt und eine Skizze der gesehenen oder erklärten Maschine entwirft, welche das Hauptprincip derselben enthält; man berechnet hierauf die Stärke der hauptwirksamsten Theile, wie Achsen, Räder etc. mit Rücksicht auf ihre Geschwindigkeit etc. und mit beständiger Benützung selbst gemachter Erfahrungen und schreitet erst hierauf zur Reinzeichnung des Ganzen. Sowohl bei dieser als den nach der ersten Weise gemachten Aufnahmen müssen jene nothwendigen Daten, welche nicht durch Zeichnung ausgedrückt werden können, wie Geschwindigkeit, Kraftaufwand, Effect und Bedienung der Maschine etc. beigefügt werden, was entweder auf einem leeren Platz der Reinzeichnung oder in einer eigenen kurzen, der Zeichnung beigefügten Beschreibung geschehen kann. Indem wir es nun jedem, welcher mit hinlänglichen Talenten ausgerüstet ist und Beruf hiezu fühlt, überlassen müssen, sich durch Fleiß und Ausdauer Kenntnisse und Erfahrungen zu sammeln, um als selbstständiger Künstler dieses Aufnehmen nach der zweiten Art und Weise zu üben, wollen wir in dem nächsten §. die nöthige Anweisung zum Aufnehmen nach der ersten gewöhnlichen Art geben.

§. 292.

Aufnahme einer Aufzugmaschine nach der ersten und gewöhnlichen Art, Maschinen aufzunehmen.

Blatt 62 Fig. 1—14.

Bl. 62. Wir haben bereits gehört, das Aufnehmen nach der ersten Art besteht aus dem Croquiren und aus dem Messen und Cotiren. Bevor man jedoch mit dem Croquiren, als der ersten Arbeit, beginnen kann, ist es nothwendig, sich von dem Zwecke der aufzunehmenden Maschine, ihrem Princip, so wie ihrer Bewegung und Wirkung, und in Rücksicht der letztern — wie es bei Fabrik- oder Arbeitsmaschinen vorkömmt — sowohl in quantitativer, als qualitativer Beziehung Einsicht, und wo möglich selbst Muster von der gelieferten Arbeit zu verschaffen.

Wir haben zur ersten Aufnahme einen sehr einfachen Gegenstand, eine Aufzugsmaschine, Winde, Haspel, auch Rad an der
Fig. 1. Welle genannt, ausgewählt, von welcher wir in Fig. 1 eine perspectivische Ansicht geben, die uns statt der wirklichen Maschine zur Einsichtnahme und zur Erlangung dessen dienen wird, was uns noch vor dem Croquiren von der Maschine zu wissen nothwendig ist. Der Zweck dieser

Maschine ist, schwere Lasten durch Menschen zu heben oder aufzuziehen; Bl. 62. Fig. 1.
ihre Construction ist dem Zwecke entsprechend, die möglichst einfache, und das Material, aus welchem sie besteht, ist mit Ausnahme des Zugseiles Guß- und Schmiedeisen, letzteres jedoch in sehr geringer Quantität angewendet, und nur die Handfassen oder Hefte der Kurbeln sind von Holz. Die Bestandtheile dieser Maschine sind eine hohle gußeiserne Welle, Trommel **A**, auf der sich das Zugseil, mit seinem einen Ende befestigt, aufwickelt, welches über eine oder mehrere in bestimmten Entfernungen über der Maschine befestigte Leitrollen geht und an seinem andern Ende einen eingebundenen schmiedeisernen Haken hat, in welchen die zu hebende Last eingehängt wird. An dem einen Ende der Welle **A** ist auf ihre schmiedeiserne Achse c ein gußeisernes Stirnrad **B** aufgesteckt, in welches ein solches Getriebe **C** eingreift, das auf einer Achse **E** aus Schmiedeisen befestigt ist, welche an ihren beiden Enden Kurbeln **D D** trägt, an deren jeder ein Mann arbeitet. Außer diesen Theilen ist noch das Gestelle der Maschine vorhanden, bestehend aus zwei gußeisernen Ständern **F**, verbunden durch drei schmiedeiserne Bolzen b. Die Ständer **F** bilden die Lager der Kurbel-Welle **E** so wie der Trommel **A**, und es hat jeder von ihnen an seinen flachen untern Quertheilen drei eingegossene viereckige Löcher d, welche zur Aufnahme von Schraubenbolzen (Grund-Ankern) dienen, mittelst welcher die ganze Maschine auf ein hölzernes Gebälke oder steinernes Fundament befestigt wird. Die Bewegung dieser Maschine bedarf wohl keiner Erklärung; ihre Wirkung besteht, wie schon im Eingange angeführt, darin, eine Last von einem Orte an einen andern hin zu bewegen; ihr Nutzeffect aber kann erst dann angegeben werden, wenn man das Verhältniß und die Größe ihrer wirksamen Theile kennt; und so könnten wir nun zum Croquiren schreiten. Das Croquiren besteht, wie schon angeführt darin, daß man mit Bleistift skizzirend zunächst von der ganzen Maschine, und wenn nöthig, von einzelnen Theilen derselben so viele Projectionen entwirft, als man zum spätern Reinzeichnen bedarf. Hiebei überlegt man zuerst, von welcher Seite die Maschine angesehen und projicirt werden soll, damit die hauptwirksamen Theile gesehen werden und die Darstellungen die größtmögliche Deutlichkeit gewähren.

Die Projectionsmethoden, deren man sich zum Croquiren bedient, sind die Orthogonal- oder rechtwinklige Projection als die am häufigsten gebrauchte; im einzelnen Falle bedient man sich der einfach schiefen Projection oder Cavalier-Perspective, hie und da stellt man besonders einzelne Theile auch aus freier Hand perspectivisch oder isometrisch dar. Da wir die descriptive Geometrie mit ihren Anwendungen au Schattenconstruction und Perspective für das

Bl. 62. Fig. 2–9. systematische Erlernen des Maschinenzeichnens als unentbehrlich voraussetzen, so kann es nicht auffallen, wenn wir die Kenntniß der genannten verschiedenen Darstellungsweisen als bekannt annehmen; da wir jedoch im Verlaufe unsers 25jährigen Wirkens als öffentlicher Lehrer nur zu oft Gelegenheit gehabt haben zu bemerken, daß die Schüler außer der rechtwinkligen Projection die übrigen auch oft dem Namen nach nicht kennen, so werden wir später bei der Herstellung der Reinzeichnung über die besonders sehr praktische, schiefe Projection oder Cavalier-Perspective, und nebst dieser auch über die isometrische Projection einige nothwendige Erklärungen geben.

Zum Croquiren dieser Maschine bedienen wir uns der orthogonalen Projection, und es wird eine erste verticale und eine zweite verticale Projection mit einigen Detailen hinlänglich seyn; indem wir die Maschine von ihrer Außenseite betrachten, wo das Stirnrad **B** zunächst dem einen Ständer **F** sich befindet, und uns die Darstellungsebene parallel zu der ebenen Seite des Stirnrades denken, entwerfen wir in Fig. 2 die erste und in Fig. 3 eine zweite verticale Projection, bei welch letzterer die Darstellungs-Ebene parallel zur Achse c der Trommel **A** und zu der Achse **E** des Getriebes **C** angenommen wurde. Bei Aufnahmen von so kleinen Gegenständen werden Cirkel und Lineal nicht gebraucht sondern das Ganze bloß aus freier Hand entworfen, wobei man, besonders wenn die Reinzeichnung sogleich nach der Aufnahme und von demjenigen, welcher dieselbe vorgenommen hat, gemacht wird, durchaus nicht auf Zierlichkeit, sondern nur darauf zu sehen hat, daß zwar alles hinlänglich bestimmt ist, die Croquis aber in der kürzesten Zeit fertig wird. Uebrigens muß sich der Anfänger dennoch bestreben, die Croquis nach und nach auch in angemessener kurzer Zeit mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Theile und rein zu entwerfen, damit, wenn die Reinzeichnung von andern oder später hergestellt werden soll, dieses ohne Anstand geschehen kann. Wenn viele kleine Theile in den aufzunehmenden Maschinen vorkommen, oder diese sehr zusammengesetzt sind, und man die Hauptprojection wie Fig. 2 und 3, um jene gehörig deutlich wiedergeben zu können, unverhältnißmäßig groß machen müßte, so entwirft man diese nur ihrer Hauptsache nach, fügt aber noch mehrere Croquis der einzelnen Theile, wie Fig. 4 — 9, in einer solchen Größe bei, daß durch sie nicht nur das Ganze hinlängliche Deutlichkeit erhält, sondern diese Detaile auch zum Eintragen der Maße geeignet sind. Wo es die Umstände gestatten, stellt man sich einen Tisch zu der aufzunehmenden Maschine in geeigneter Entfernung hin und entwirft auf diesem, vor demselben sitzend oder stehend, zunächst die Hauptansicht Fig. 2, für welche man immer diejenige Seite auswählt, wo die meisten und hauptwirksam-

sten Theile sichtbar sind. Ist diese erste Projection fertig, gibt man dem Tisch die bequemste Stellung, um die zweite Ansicht, Fig. 3, entwerfen zu können. Hat man einmal die nöthige Fertigkeit, so muß man von einem einzigen Standpunkte aus sowohl die verticale als horizontale Projection entwerfen, was besonders bei so kleinen Maschinen leicht geschehen kann, und wobei man sich auch schon von vornherein an die Entbehrung eines Tisches und des Sitzens gewöhnen muß, indem man solche Bequemlichkeiten nicht überall haben kann; nicht selten muß beim Aufnehmen ein altes, oft schmutziges Brett, eine Wand oder die flache Seite eines Theiles der aufzunehmenden Maschine, ja selbst die linke Hand die Stelle des Tisches versehen, wo man dann auf Steinen und Balken und auf dem Boden sitzend oder kauernd, auf Gerüsten und Leitern stehend, ja oft selbst zwischen engen Oeffnungen eingezwängt liegend und kniend croquiren muß. Wenn es nothwendig und gestattet ist, eine Maschine zum Behufe der Aufnahme zu zerlegen, so thut man dieses erst wenn die Croquis der äußern Ansichten fertig sind und man sich dadurch von der Einrichtung und Zusammensetzung der Maschine, so wie davon überzeugt hat, wie viele und welche einzelnen Theile derselben noch besonders aufgenommen werden müssen. Bl. 62.

Es versteht sich von selbst, daß man das Zerlegen einer Maschine möglichst spart und nur im äußersten Falle vornimmt, welcher Fall, wie schon angeführt, besonders bei hydraulischen und Dampfmaschinen, wie bei denjenigen eintritt, wo hohle Theile vorhanden sind, deren innere Gestalt und Größe von außen nicht gesehen und bestimmt werden kann, wie z. B. in der vorliegenden Maschine der Cylinder oder die Trommel **A**, auf welche sich das Zugseil aufwickelt. Daß dieser Cylinder **A** hohl ist, wird man leicht aus seiner unverhältnißmäßigen äußern Stärke im Vergleiche zu den übrigen Theilen ersehen, was hier, wie in andern Fällen, wo man über das Massiv- oder Hohlseyn eines Maschinentheiles im Zweifel ist, durch Anklopfen mit einem Hammer, oder mit dessen hölzernen Stiel, letzteres, wo die äußern Flächen rein bearbeitet sind, damit keine Spur von den Hammerschlägen entsteht, ermittelt werden kann. Auf gleiche Weise kann man sich auch durch Anklopfen davon überzeugen, ob Röhren oder Gefäße, zur Aufnahme von Flüssigkeiten bestimmt, von diesen angefüllt oder leer sind, deßgleichen von fest angezogenen oder locker gewordenen Schraubenmuttern, so wie auch davon, ob guß- und schmiedeiserne Maschinentheile ganz sind, oder in Folge ihres Gebrauches oder schon vom Gusse her Risse oder Sprünge haben, u n g a n z sind und verworfen oder ausgewechselt werden müssen. So mußte die vorliegende Maschine bloß des Cylinders **A** halber zerlegt werden, um dessen innere Form und Wanddicke abnehmen und in der Zeichnung angeben zu können.

Bl. 62. Fig. 4–9. Fig. 2 — 10. Hat man nun die noch übrigen nöthigen Theile in Fig. 4 bis Fig. 9 croquirt, wobei man wieder möglichst rasch verfährt und von sich wiederholenden Theilen, wie z. B. von Rädern und ähnlichen nur, wie in Fig. 7, die Nabe mit einem Arme und ein paar Zähne zeichnet, runde und durchschnitten gedachte Theile in leichter Haltung flüchtig schattirt und schraffirt, so kann man zur zweiten Operation, dem Messen und Cotiren, übergehen.

Zum Messen, wie zum Aufnehmen überhaupt, bedarf man eines Zollstabes, gewöhnlich zu 3 Fuß oder einem Meter, und auf halbe Fuß oder zwei Decimeter zum Zusammenlegen eingerichtet, dann eines dreischuhigen oder eines Maßstabes von einem Meter Länge, abgetheilt in Schuhe und Zolle, oder Meter, Decimeter und Centimeter, dann für größere Aufnahmen noch einer fünf- und zehnfußigen Latte, in Schuhe und halbe Schuhe abgetheilt, oder solcher, auf welchen mehrere Meter in Decimeter abgetheilt sind; ferner hat man nothwendig zwei Senkel mit Schnüren, eine Setzwage und Waglatte und einen oder zwei Greifzirkel verschiedener Größe, von welchen wenigstens der eine auch zum Hohlmessen (ein sogenannter Hohlzirkel) geeignet seyn muß. Das metrische Maß gewährt, so wie überhaupt im Allgemeinen, besonders bei dem Aufnehmen viele Bequemlichkeit und man hat dasselbe deßwegen bei dieser Aufnahme gewählt. Man mißt nun mit dem Zoll oder dem größern Maßstabe einzeln oder mit beiden zugleich, wo einer nicht mehr ausreicht, alle Haupt-Dimensionen, Entfernung der Achsen vom Mittel zum Mittel, deren Höhe vom Boden, ihre Längen, Entfernung der Ständer ꝛc. und trägt dieselbe in die Croquis Fig. 2 und 3 in jenen Richtungen ein, wie sie gemessen wurden. Man muß hiebei, wie beim Messen überhaupt nicht haushälterisch zu Werke gehen, und Dimensionen, die sich etwa beim Reinzeichnen von selbst ergeben würden, gar nicht messen; es ist besser man hat ein Maß zweimal als gar nicht, was besonders bei den Hauptdimensionen der Fall ist, indem man sich dann beim Reinzeichnen viel leichter thut und nicht so lange aufhält. Die Coten vertheilt man so gut es seyn kann auf alle Croquien, damit nicht die eine von Maßen überfüllt und die andere leer ist. Hat man alle Haupt-Dimensionen gemessen und eingetragen, so thut man dieses auch in Bezug auf die übrigen Theile, die Achsen, Räder, Kurbeln, Ständer des Gestelles und Verbindungsschrauben, wobei die geraden kleinern Theile mit dem Zollstabe, die cylindrischen und krummen überhaupt mit dem Greifcirkel gemessen und die Coten theils in die Fig. 2 und 3, theils in die Details, Fig. 4 bis Fig. 9, wie früher bemerkt, eingetragen werden. Wo in den Croquis der Raum zum Einschreiben eines Maßes zu klein ist, macht

man, wie wir dieses in Fig. 2 und 3 öfters gethan haben, entweder zwei sich auswärts erweiternde Striche, zwischen welchen man außerhalb die Cote einträgt, oder man macht nur einen Strich seit-, auf- oder abwärts nach außen und setzt auf diesen die Cote, welcher, wenn sie sich auf die Dicke cylindrischer Theile bezieht, zur größern Deutlichkeit ein **D** wenn der Durchmesser, und ein **R** wenn der Halbmesser oder Radius gemeint ist, beigesetzt wird. Bei verzahnten Rädern werden nebst dem Messen Arme und Zähne gezählt und eingeschrieben, wo dieselben auf bekannte Weise, vorausgesetzt daß man auch die Entfernung ihrer Achsen-Mittel hat, construirt und ins Reine gezeichnet werden können. Außer diesem kann man sich hier so wie bei andern kleinen Theilen, wo man deren Form und Größe zu kennen wünscht, des sogenannten **Abklatschens** als eines Mittels bedienen, welches zwar unseres Wissens bisher beim Maschinen-Aufnehmen noch nicht gebraucht, vom Verfasser aber seit vielen Jahren besonders bei Zahnrädern vielfach angewendet und seinen Schülern mitgetheilt worden ist. Dieses Abklatschen besteht nämlich darin, daß man ein Blatt Papier von angemessener Größe oder sogleich die Croquis wie hier in Fig. 10 seitwärts an die ebene Seite eines Rades oder an die beiden eingreifenden Zahnräder fest andrückt, wodurch man, da an den Rädern meistens Schmiere haftet, zwar eine schmutzige aber getreue Zeichnung der Theilung, Form und Größe der Zähne erhält. Auf gleiche Weise kann man Sperrräder, Daumen und excentrische Scheiben, Zapfen und Löcher auf die schnellste, einfachste und sicherste Weise copiren. Bl. 62. Fig. 2 bis 10.

Ist eine Croquis vollständig cotirt, so legt man die durchschnitten gedachten Stellen wie in Fig. 4 und Fig. 8 flüchtig mit Farbe an, was um so nöthiger ist, wenn die Aufnahmen nicht sogleich, oder von andern ins Reine gezeichnet werden, oder wenn die Theile aus besondern Materialien bestehen. Die Croquis einer Aufnahme werden nur mit Bleistift hergestellt und nicht ausgezogen; ebenso die Coten nur mit Bleistift eingetragen. Damit sich aber von diesen nichts verwischt, kann man, wenn man die Aufnahme nochmal durchgesehen und mit der Maschine verglichen hat, dieselbe durch Gummiwasser ziehen, worauf man sie trocknen läßt und dann früher schon erholte Daten über Kraftaufwand, Leistung der Maschine, so wie die Zeit der Aufnahme und das Maß, nach welchem dieselbe cotirt ist, mit Tusch oder Dinte in die Croquis noch eintragen, wonach die Aufnahme vollendet ist und mit deren Reinzeichnen begonnen werden kann.

§. 293.

Reinzeichnen einer Maschinen-Aufnahme.

Nach einer gut cotirten vollkommenen Croquis ist das Reinzeichnen einer Maschine mit keiner größern Schwierigkeit verbunden als das Copiren nach Vorlagen mit eingeschriebenen Maßen. Bevor jedoch zu zeichnen angefangen werden kann, muß man überlegen, in welcher Art und Weise, und in welcher Größe die Reinzeichnung ausgeführt werden soll oder muß.

Hinsichtlich der Art der Ausführung der Zeichnung hat man sich zunächst für eine der Darstellungs-Methoden zu entscheiden, deren bisher vier, nämlich die orthogonale, die einfach schiefe, die doppelt schiefe, und die perspectivische im Gebrauche sind, deren Auswahl theils davon abhängt, ob die zu zeichnende Maschine mehr oder weniger complicirt ist, und eine größere oder geringere Ausdehnung hat; theils entscheidet hierüber auch der Zweck der Zeichnung. Die orthogonale oder rechtwinklige Darstellung, nach welcher wir bisher alles, mit Ausnahme der Fig. 83 — 85, 95, 96, 99 und 102 auf Blatt 17, dann Fig. 137, 138 und 144 Blatt 20, gezeichnet haben, ist wohl die am häufigsten gebrauchte und insofern die einfachste, als wie bekannt aus den verschiedenen Ansichten (Projectionen), die Maße aller auf den Projectionsebenen normal stehenden Theile unmittelbar entnommenen, und die der einfach und doppelt schiefen leicht und am schnellsten bestimmt werden können, daher sie auch überall da benützt wird, wo der Zweck einer Zeichnung der ist, den gezeichneten Gegenstand nach ihr auszuführen, oder überhaupt nach allen seinen Maßen und Verhältnissen vollkommen kennen zu lernen. Die orthogonale Projection entspricht daher auch den Anforderungen aller derjenigen, welche die ihr zu Grunde liegenden Gesetze kennen und praktische Zeichner sind, daher sie auch allenthalben für Gebäude und Maschinen vorzugsweise vor jeder andern angewendet wird; allein sie genügt besonders den nicht im Besitze der angeführten Kenntniß stehenden Laien der Technik deßwegen nicht, weil man, wie wir im Verlaufe bereits gesehen, oft vier und noch mehr Projectionen oder Ansichten haben und gleichzeitig im Kopfe behalten muß, um eine vollkommene Ein- und Uebersicht über den gezeichneten Gegenstand zu erlangen. Die Central- oder Perspectiv-Projection gewährt in letzter Beziehung alles nur wünschenswerthe; allein dieser Vortheil wird wieder dadurch aufgewogen, daß aus perspectivischen Projectionen, die nebstdem mühsamer herzustellen sind als orthogonale, welch letztere sie obendrein noch voraussetzen, keine Maße entnommen werden können, und nur in einzelnen speciellen Fällen auf die

orthogonale Projection wieder zurückgefolgert werden kann. Wo man Mühe und Zeitaufwand nicht zu scheuen hat, ist es am besten, zuerst die orthogonalen Projectionen und aus diesen eine perspectivische Ansicht herzustellen, welch letzteres, wo man Gelegenheit hiezu hat und im Besitze der nöthigen Fertigkeit ist, mit Benützung der Camera lucida am schnellsten und besten geschehen kann. Vor dem Beginne des Reinzeichnens einer Aufnahme hat man also zunächst in Ueberlegung zu ziehen, wie viel orthogonale Projectionen nothwendig sind, damit die Maschine mit allen ihren Bestandtheilen vollkommen bestimmt ist, und die Projectionen die möglichste Deutlichkeit und eine schnelle Uebersicht über das Ganze gewähren; ferner in welcher Reihenfolge man die verschiedenen Ansichten ordnet und in welcher Größe dieselben gezeichnet werden sollen. Die Anzahl der Projectionen richtet sich immer nach der Construction, Zusammensetzung und Ausdehnung einer Maschine; es gibt Fälle wo man, wie wir im Verlaufe schon gesehen haben, mit einer horizontalen und verticalen Projection ausreicht; bei andern genügen zwei verticale Projectionen, wieder andere erfordern außer diesen noch einen oder mehrere Durchschnitte und Detail-Zeichnungen. Ist man nun darüber im Reinen, so entwirft man auf ordinärem Papier eine Skizze aus freier Hand über die Ordnung und Reihenfolge der Projectionen; hiebei soll man darauf sehen, daß diese nicht zu sehr an einander gedrängt und auf einander gehäuft sind, aber auch nicht in zu weiten Entfernungen von einander abstehen; wo es seyn kann, sollen horizontale Projectionen immer unter verticalen, und letztere mit solchen Durchschnitten wo möglich in einer Reihe und gleicher Höhe stehen. Sind Detaile nöthig, so setzt man dieselben unter die Hauptprojectionen an zwischen diesen leer gelassene Stellen, noch besser und zweckmäßiger werden dieselben zusammen auf besondere Blätter gezeichnet, wie dieses bei den Musterblättern Bl. 63 und 64 der Fall ist. Ueber die Größe entscheidet theils der Zweck einer Zeichnung, theils die Ausdehnung einer Maschine; ist diese beträchtlich, so wird man kleinere Maßstäbe wählen; ist sie aber gering und kommen sehr viele kleine Theile vor, so ist man genöthigt größere Maßstabe zu nehmen. Hierüber entscheidet auch theilweise die Gewohnheit, die Papier-Größe und Bequemlichkeit, wobei zu bemerken ist, daß bei kleinern Maßstäben schwieriger und mühsamer zu zeichnen ist als bei größern. Zeichnungen in kleinen Maßstäben sind allerdings zierlich, allein sie gewähren nicht die gehörige Genauigkeit, weßwegen man besonders zur Ausführung nebst einer Uebersichts-Zeichnung (Dispositionszeichnung) noch eigene sogenannte Arbeits- oder Werkstatt-Zeichnungen in größern Maßstäben herstellt, welche nicht selten in $1/_4$ bis $1/_6$ der wirklichen Größe und für kleine Gegenstände selbst in dieser gezeichnet werden.

Ist man nun auch in Hinsicht der Größe des Maßstabes mit sich einig, so trägt man diesen an einen der Papierränder, gewöhnlich den untern Rand auf, und beginnt das Reinzeichnen mit dem Ziehen aller Hauptmittel, von welchen aus dann alle Maße aufgetragen werden. Bei
Bl. 62. Fig. 11 bis 12. dem vorliegenden Beispiele hat man zwei verticale Projectionen als hinreichend befunden, bei deren ersterer Fig. 11 man sich die Darstellungsebene parallel zur äußern Hauptfläche und die Maschine selbst durch die Mitte der Trommel A mit einer auf ihrer Achse c senkrecht stehenden Ebene durchschnitten gedacht hat. Bei der zweiten verticalen Projection Fig. 12 wurde die Darstellungsebene parallel zur Trommel- und Kurbelachse angenommen; auch hat man sich die eine Kurbel linker Hand abgezogen gedacht. Die Projectionen sind übrigens gleich mehreren vorangegangenen Contouren mit Schattenlinien, wobei die durchschnittenen Theile in Fig. 11 wie die Trommel, die Achsen und Verbindungsschrauben durch Schraffuren deutlich ausgedrückt sind.

Fig. 13. Fig. 13 haben wir diese Aufzugsmaschine nach den Regeln der Cavalier-Perspective dargestellt. Da wir schon von vornherein die descriptive Geometrie als nothwendige Vorbereitung für das Maschinenzeichnen vorausgesetzt haben, so könnten wir, wie bei der Central-Darstellung in Fig. 1 auch die Cavalier- und isometrische Perspective als bekannt annehmen, und diese wie jene nur insofern berühren als sie eine schnellere Uebersicht über die projicirten Gegenstände gewähren; allein, da wir aus mehrjährigen Erfahrungen wissen, daß die descriptive Geometrie nicht selten bloß rein wissenschaftlich, ohne Rücksicht auf ihre Anwendung für die Praxis gelehrt wird und den Lernenden diese beiden letztern Darstellungs-Methoden fremd bleiben, oft nicht einmal dem Namen nach bekannt sind; da wir ferner in Erfahrung gebracht haben, daß über die erste Darstellungsweise, die Cavalier-Perspective, obgleich sie die ältere ist, besonders darüber irrige Ansichten herrschen, daß man aus ihr kein Maß entnehmen und aus ihr die orthogonalen Projectionen nicht herstellen könne, so sehe ich mich veranlaßt, das Nöthige über die beiden Darstellungsmethoden hier aufzuführen.

§. 294.

Grundsätze der Cavalier- und isometrischen Perspective.

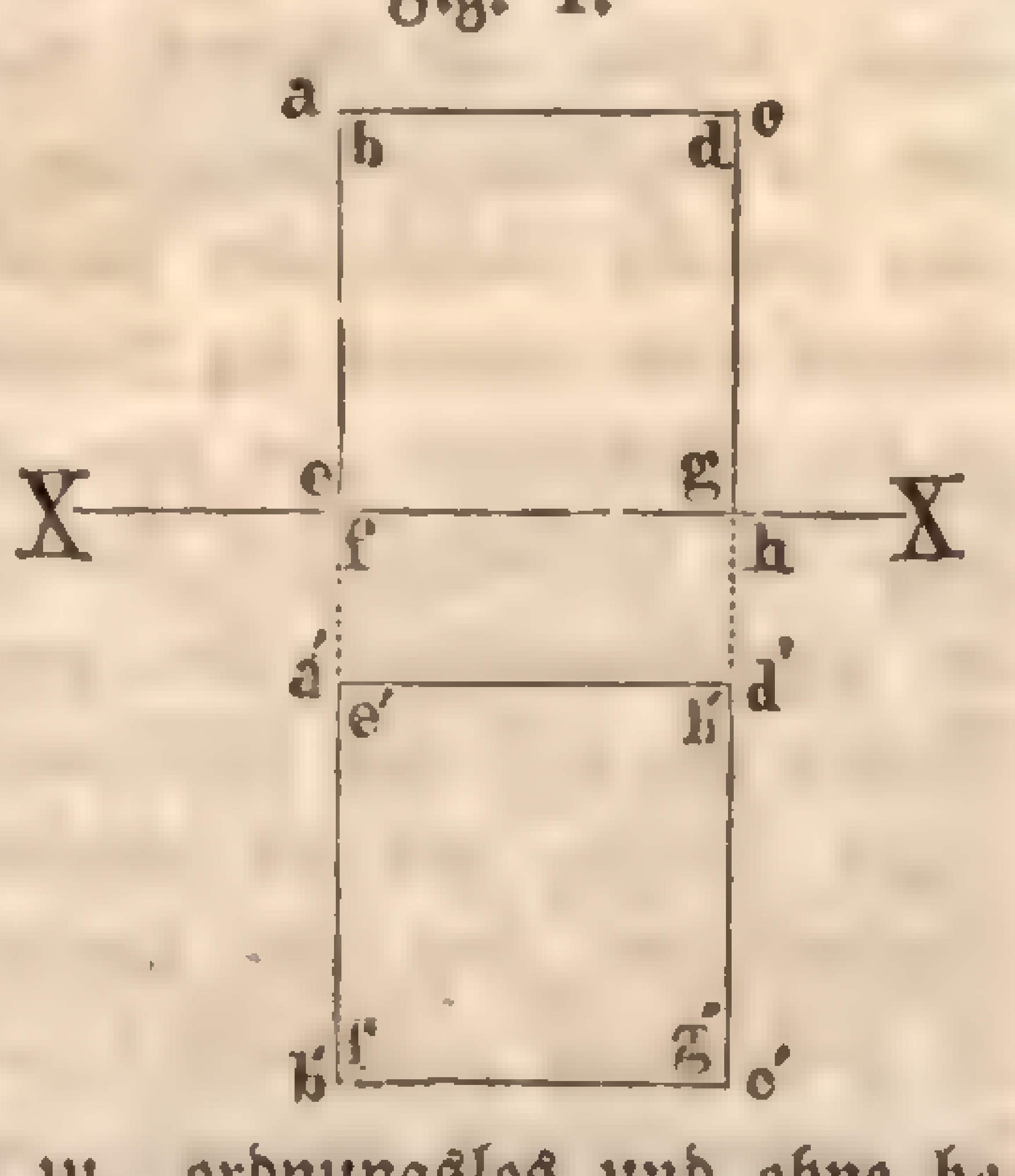
Bl. 62. Fig. 13 und 14.

Vor allem bemerken wir, daß die Benennung einer Perspective bei beiden unstatthaft ist, indem die Projections-Linien (Sehstrahlen) sich nicht wie bei der Perspectiv-Darstellung in einem Punkte concentriren (von einem Punkte ausgehen), sondern parallel zu einander sind, wie bei der

Orthogonal-Projection, daher also beide Parallel-Projectionen sind, welche durch Cavalier und isometrisch unterschieden wurden, vom Verfasser aber, um Fremdwörter zu vermeiden, in einfach schiefe und doppelt schiefe Darstellungen umgetauft worden sind.

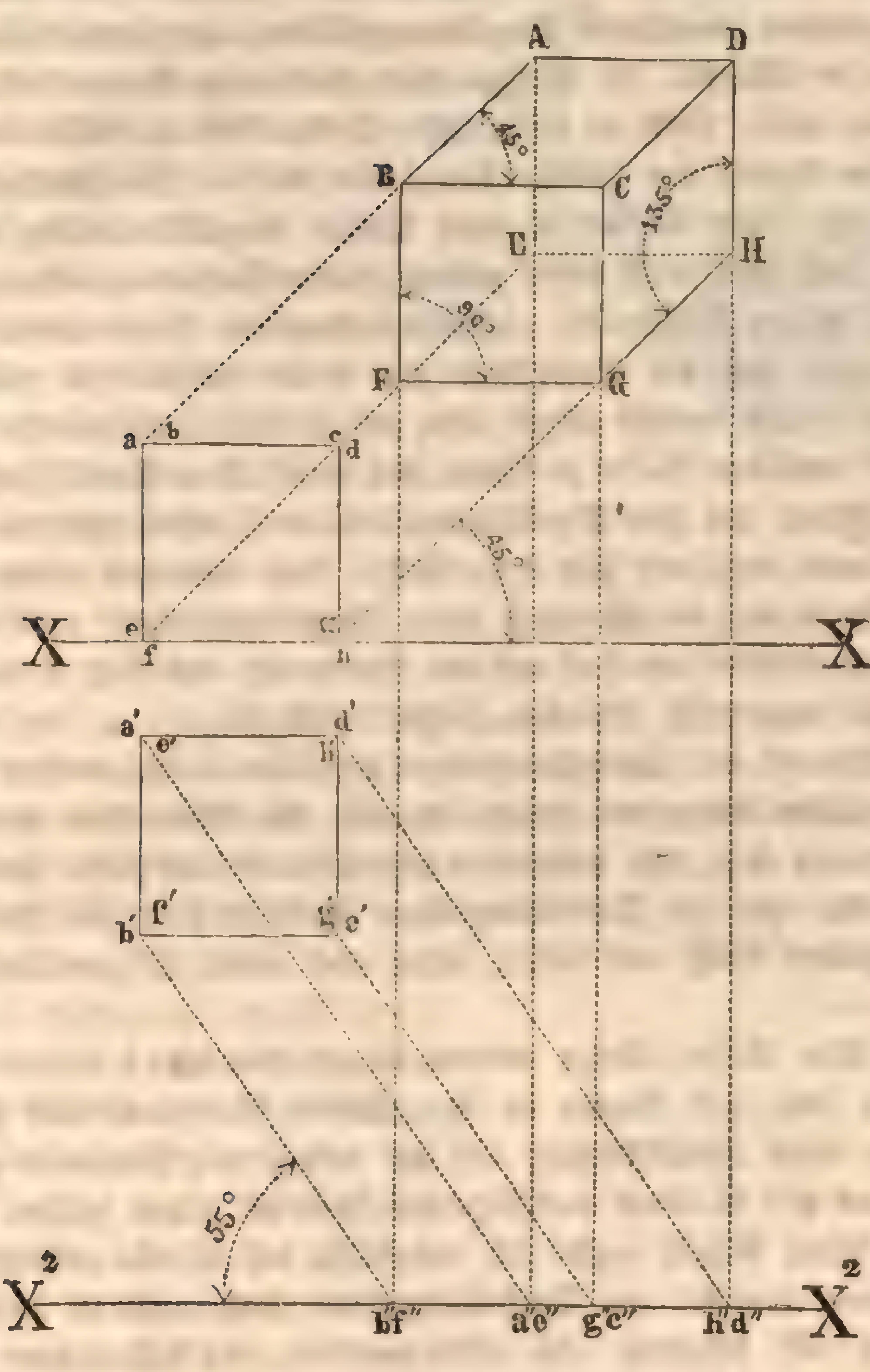
Es ist bekannt, daß sich die Projectionen eines jeden Gegenstandes a) nach seiner Lage zu den Projectionsebenen, und b) nach der Richtung der Projections-Linien richten. Bei der Abhandlung der elementaren Aufgaben in der descriptiven Geometrie kümmert man sich wenig darum, ob die Lage einer Linie oder einer Ebene eine bequeme oder eine unbequeme für die Ausarbeitung der Aufgabe ist, ja man wählt in den meisten Fällen die letztere, um die Lösung eines Problems allgemein nachweisen zu können, wobei jedoch die Stellung der Projectionslinien immer die senkrechte zu jeder Projectionsebene ist. Allein ein anderes ist es bei der Anwendung: hat man sich einmal von der Richtigkeit und Wahrheit einer Sache überzeugt, so wird es niemanden einfallen einen langweiligern und mühsamern Weg bloß deßwegen zu gehen, um sagen zu können, daß man ihn gemacht hat, sondern man wird immer die leichtesten und bequemsten Verfahrungsweisen schon auch deßwegen aufsuchen, weil diese auch gewöhnlich die geringste Zeit in Anspruch nehmen, denn Zeit ist Geld. Daher kömmt es auch, daß die orthogonale Projectionsmethode die meiste und beständige Anwendung deßwegen findet, weil sie, wie schon angeführt, am wenigsten umständlich ist und die kürzeste Zeit erfordert. Bei ihr sind, wie bekannt, die Projectionslinien senkrecht auf den Projectionsebenen, aber man gibt dem darzustellenden Gegenstand die einfachste Stellung zu diesen, so daß, wenn man einen Würfel projicirt, man wie in der nebenstehenden Fig. 1 als verticale und horizontale Projection zwei gleiche Quadrate a b, e b, h k, c d und a′ e′, b′ f′, h′ o′ und k′ d′ bekömmt, durch welche der Würfel vollkommen bestimmt ist. Allein der mit den Gesetzen der Projection nicht Vertraute wird — gewohnt, die drei Dimensionen des Raumes immer zu gleicher Zeit zu sehen — aus diesen zwei Quadraten nie einen Würfel erkennen. Dieses mochte wohl auch die erste Veranlassung zur Erfindung der einfach schiefen Darstellung, der sogenannten Cavalier-Perspective gewesen seyn, welche früher, wir geben es wohl zu, ordnungslos und ohne bestimmte Gesetze getrieben worden seyn mag, allein jetzt durch die descrip-

Fig. 1.



tive Geometrie vollkommen fest begründet und so ausgebildet wurde, daß sie jetzt nicht nur mehr eine bessere und schnellere Uebersicht über den dargestellten Gegenstand, sondern nebstdem noch den Vortheil gewährt, daß Linien und Winkel an körperlichen Gegenständen meistens schon unmittelbar oder doch auf einfache Weise mittelbar gemessen werden, und die schiefen Projectionen, sobald man die Bedingung weiß, nach welcher sie hergestellt werden, ganz auf die orthogonalen zurückgeführt werden können, wie wir nachfolgend darthun. Wir wollen hiezu als Beispiel den einfachsten Körper, den Würfel wählen; gesetzt nun, derselbe habe die nämliche Stellung zu den Projectionsebenen, wie bei der orthogonalen Projection, und die Projectionslinien sind parallel zu einander wie dort, jedoch nicht mehr senkrecht zu den Projectionsebenen, sondern ihre Stellung sey irgend eine andere, geneigte zu diesen, so wird, wenn man den Würfel projicirt, der Umfang keiner der Projectionen mehr ein Quadrat, sondern eine andere Figur, ein längliches Viereck oder ein Sechseck werden. Vermöge der parallelen Projectionslinien werden alle Kanten des Würfels, welche parallel zu der Darstellungsebene sind, in der schiefen Projection unter sich gleich und von gleicher Länge mit denen des Würfels; nimmt man nun ferner die Projectionslinien so an, daß der Neigungswinkel der einen Projection zur Projectionsachse und zwar derjenigen, auf deren Ebene man darstellt, 45°, der Neigungswinkel der andern Projection aber zur Projections-Achse 55° beträgt, so werden auch die schiefen Projectionen derjenigen Würfelkanten, welche senkrecht auf der Darstellungsebene sind, in der schiefen Projection unter sich gleich und von gleicher Länge mit denen des Würfels. Es können sonach aus auf diese Weise hergestellten schiefen Projectionen die Maße aller Linien sogleich entnommen werden, welche parallel zur Darstellungsebene oder senkrecht auf diese sind; ebenso bleiben alle Winkel, deren Ebenen parallel zur Darstellungsebene sind, in der schiefen Projection in derselben Größe. Alle schiefen Linien aber werden länger oder kürzer; deßgleichen werden alle Winkel, deren Ebenen nicht parallel zur Darstellungsebene sind, größer oder kleiner als in der Wirklichkeit; da aber schiefe Linien viel seltner vorkommen, als wag- und senkrechte, und alle rechten Winkel, deren Ebenen senkrecht auf der Darstellungsebene oder parallel zur andern sind, unter bestimmten Maßen mit 45° oder 135° vorkommen, wie wir in nachfolgendem Beispiele zeigen werden, und da schiefstehende Linien und Winkel bei körperlichen Gegenständen ohne viele Umstände leicht aus der schiefen Projection auf die orthogonale zurückgeführt werden können, so ist diese schiefe Darstellung der perspectivischen und jeder bis jetzt bekannten vorzuziehen. Wir wollen das Gesagte durch die nachstehende Fig. 2 nachweisen.

Fig. 2.



Es sey XX die Projectionsachse; a b, c d, g h, e f, sey verticale, und a' e', b' f', g' c' und d' h' die horizontale orthogonale Projection eines Würfels. Die Ebene, auf welche der Würfel schief projicirt werden soll, sey parallel zur verticalen Projectionsebene, so daß ihre horizontale Spur $X^2 X^2$ eine zweite Projectionsachse parallel zu XX ist; der Neigungswinkel der verticalen Projectionen g GH der Projectionslinien zur Projectionsachse XX sey 45°, und Neigungswinkel der horizontalen der b' f', b'' f'' zu $X^2 X^2$ 55°; führt man durch alle Ecken des Würfels die parallelen Projectionslinien und sucht ihre Durchschnitte mit der Ebene $X^2 X^2$, so erhält

man, indem man dieselben durch Gerade vereinigt, in A, B, C, D, E, F, G und H die schiefe Projection des Würfels, in welcher die beiden, zur Darstellungsebene parallelen Begränzungsflächen, congruente Quadrate, mit einem der Würfel, die übrigen aber gleichseitige Rauten sind, deren Winkel wie ABC, CDH u. EHG 45°, BAD, DHG u. HEF aber 135° haben, deren Seiten von gleicher Länge wie die des Würfels sind. Da man sich nun jeden Körper in einen Würfel eingehüllt denken kann, so kann man auch alles nach dieser einfach schiefen Projection zeichnen, wobei jedoch wie bei der Perspective, so viele orthogonale Projectionen vorausgesetzt werden, daß der Gegenstand aus diesen bekannt und vollkommen bestimmt ist; man braucht jedoch nicht wie hier die orthogonalen Projectionen auf demselben Blatte zu haben und durch jeden Punkt Projectionslinien zu führen, um ihre Durchschnitte mit der Darstellungsebene bestimmen zu können, was wir hier beim Würfel bloß deßwegen gethan haben, um das Wesen und die Wahrheit dieser Projectionsmethode nachzuweisen: sondern man arbeitet jetzt frei auf den Grund der aus Fig. 2 abzuleitenden und für immer fest stehenden, folgenden Regeln:

I. Alle mit der Darstellungsebene parallelen Linien werden parallel und von gleicher Länge mit diesen, wo also alle Wagrechten parallel zur Projectionsachse XX, alle senkrechten perpendiculär auf dieser sind.

II. Alle auf der Darstellungsebene senkrecht stehenden Linien werden von gleicher Länge mit diesen, stehen aber unter 45° zur Projectionsachse XX.

III. Alle schiefen Linien werden länger oder kürzer als sie in der Wirklichkeit sind, und können in der schiefen Projection nicht gemessen, wohl aber durch Zurückführung auf die orthogonale Projection gefunden werden, was wir in einem nachfolgenden Beispiele zeigen wollen.

Aus diesen Regeln ergibt sich von selbst, daß a) alle rechten Winkel, deren Ebenen parallel zur Darstellungsebene sind, auch in der schiefen Darstellung 90° behalten, also rechte werden. b) Alle rechten Winkel, deren Ebenen senkrecht auf der Darstellungsebene oder parallel zur horizontalen Projectionsebene sind, wobei ein Schenkel senkrecht auf der Darstellungsfläche ist, erhalten entweder 45° oder 135°. c) Alle Winkel, deren Ebenen keine der angeführten Lage haben, werden in der schiefen Darstellung größer oder kleiner als sie wirklich sind.

Ferner ist zu bemerken, B C, C D und C G heißen Achsen der schiefen Projection; von ihnen ist B C stets horizontal, C G senkrecht auf B C und C D schließt mit B C einen Winkel von 135° ein.

Folgendes Beispiel wird hinreichend seyn, um zu zeigen wie man bei der Herstellung von solchen einfach schiefen Projectionen verfährt. Es sey in der neben-

stehenden Fig. I, II, III, IV, V die Basis eines geraden auf der horizontalen Porjections-ebene perpendiculär stehenden Prisma von der Höhe E F an seiner obern Seite durch eine auf seinen Kanten senkrechtstehende Ebene begränzt; man soll dasselbe nach den eben gegebenen Regeln einfach schief darstellen. Man umschreibt die gegebene Basis I, II, III, IV, V mit einem Rechtecke A, B, C, D, dessen Seiten durch möglichst viele Ecken, wie hier I, III und V gehen, und wählt, je nachdem Seiten des Prisma sichtbar seyn sollen, Seiten des Rechteckes A B und B C als Hauptachsen für die schiefe Projection aus. Man zieht nun in Fig. 4 eine wagrechte A B als erste, und eine Gerade B C unter dem bekannten Winkel von 135⁰ zu A B als zweite Hauptachse, macht sie von gleicher Länge mit den gleichnamigen aus Fig. 3, zieht C D parallel mit A B und A D parallel mit B C und macht sie ebenfalls gleich lang mit den gleichbezeichneten aus Fig. 3, so erhält man hiedurch die schiefe Projection des die Basis des Prisma umschreibenden Rechteckes. Man verlängert nun in Fig. 3 die Seiten I II, II III, III IV und IV V bis an die Seiten des umschriebenen Rechteckes, welche in 3, 2, 5 und 4 geschnitten werden und nimmt die Entfernungen dieser Punkte, so wie die der übrigen Ecken, und trägt sie in Fig. 4 auf die umschreibenden Seiten A B C D so auf, wie sie aus Fig. 3 abgenommen wurden, vereinigt die aufgetragenen Punkte gehörig mit einander, so erhält man die schiefe Projection der Basis. Man zieht nun in Fig. 4 aus allen Ecken I, II, III, IV und V Senkrechte auf die erste Hauptachse A B, deren Länge man gleich E F aus Fig. 3 macht, und vereinigt die Endpunkte durch Gerade. Wäre die schiefe Projection gegeben, und man müßte sie auf die orthogonale zurückführen, so wendet

Fig. 3.

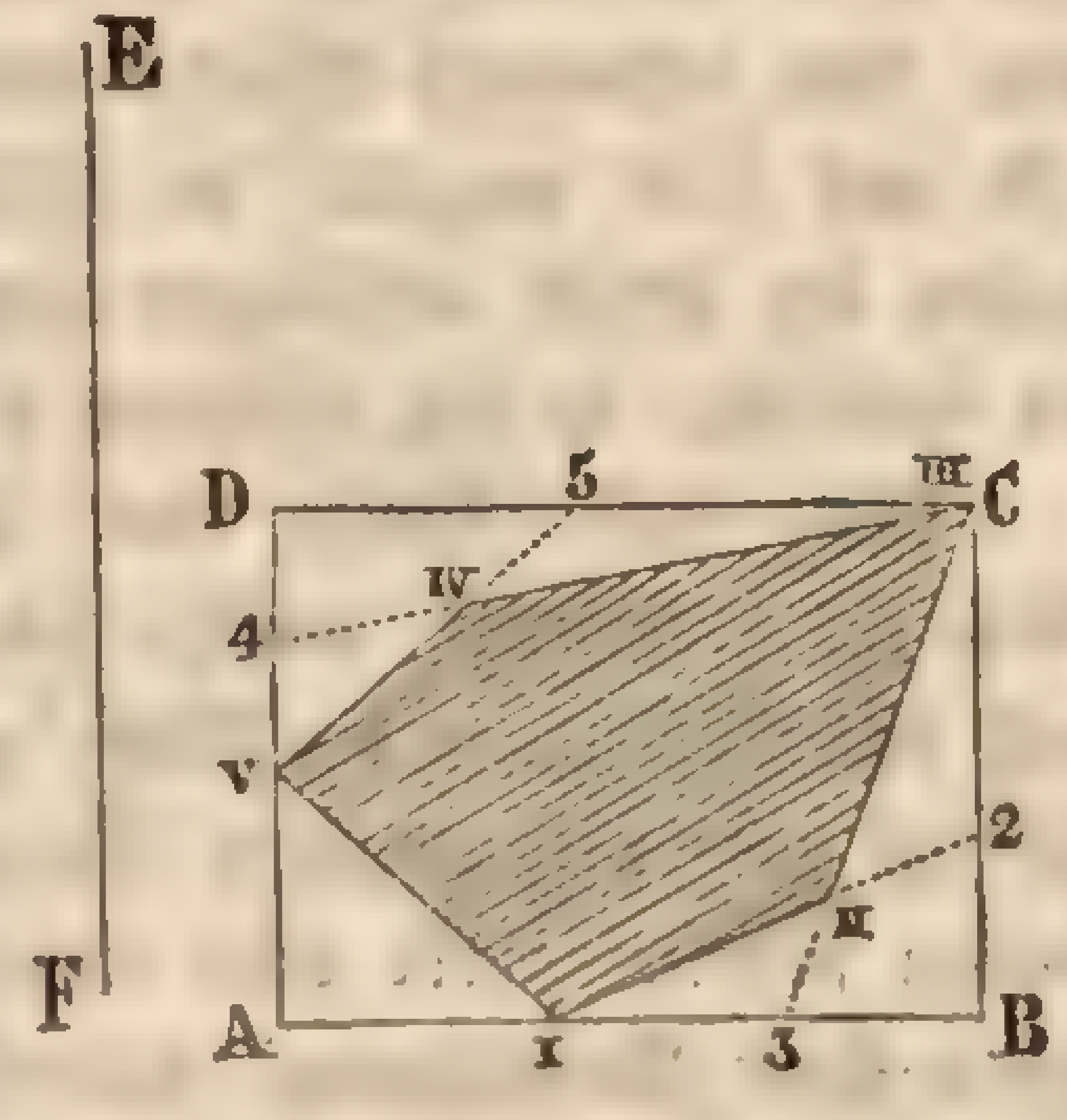
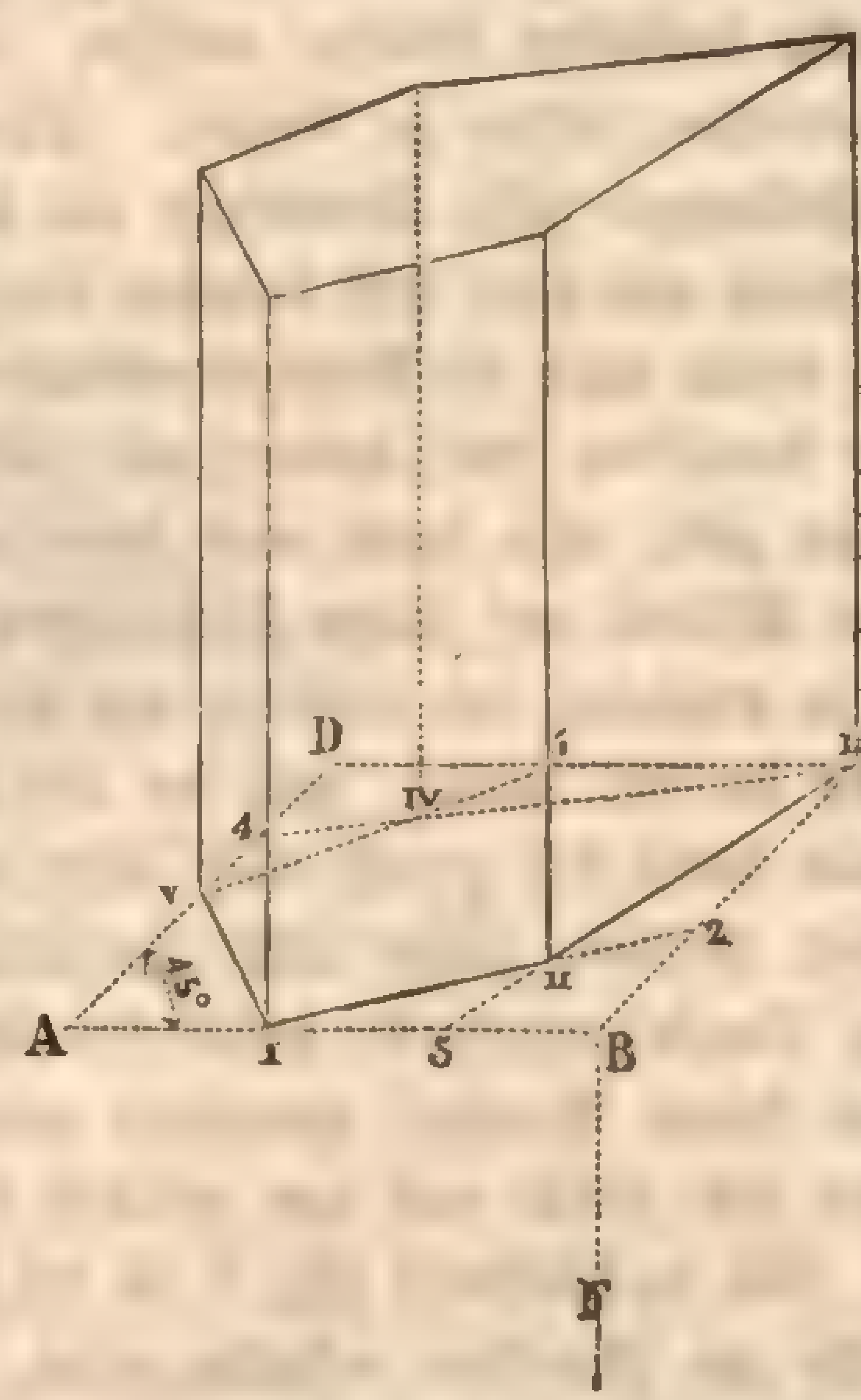


Fig. 4.

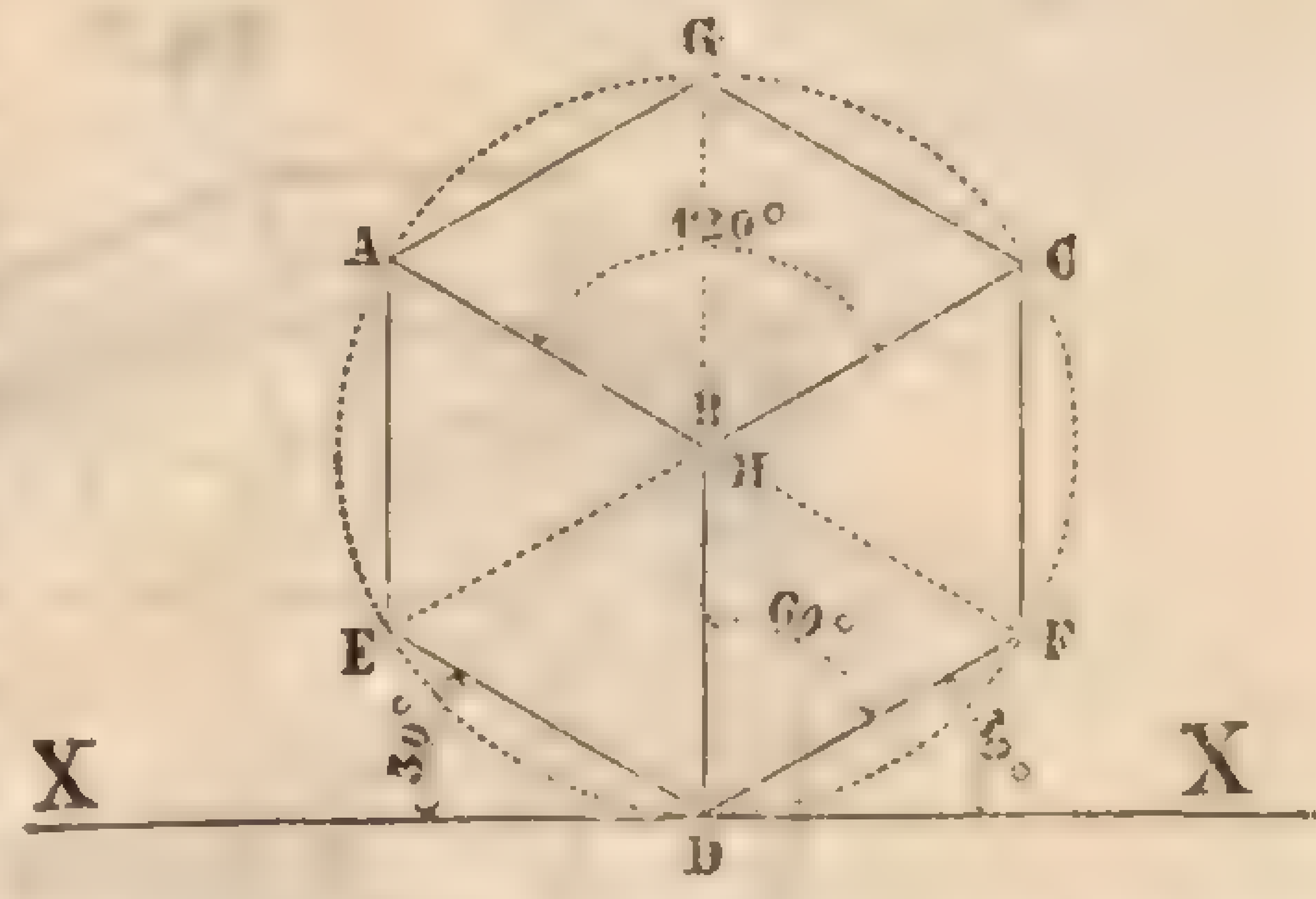


man das Verfahren umgekehrt an, indem man in Fig. 4 die erste Hauptachse A B senkrecht auf die Kanten des Prisma, dann die zweite B C unter dem bekannten Winkel von 135° zu dieser, und die andern Seiten A D und C D parallel zu diesen durch die äußersten Punkte zieht, die Seiten der Basis verlängert und alles so in Fig. 3 einträgt, wie wir es aus dieser Fig. in Fig. 4 gethan haben, um die schiefe Darstellung zu erhalten.

Auf diese Weise nun wurde die schiefe Projection Fig. 13, Bl. 62. Fig. 13. Blatt 62 hergestellt, welche nebst dem Vortheil einer schnellern Uebersicht auch das Abnehmen der Maße gestattet; jedoch schon nicht mehr so bequem, als bei den orthogonalen Projectionen, welche in dieser Hinsicht stets obenan stehen. Aber diese schiefe Darstellung ist in Rücksicht der Schnelligkeit ihrer Anfertigung, besonders in allen Fällen, wo viele Kreise vorkommen, der nachfolgenden isometrischen Fig. 14 vorzuziehen, indem bei den einfach schiefen Darstellungen alle begränzten Flächenfiguren, welche parallel zur Darstellungsebene sind, so wie alle ebenen Curven, welche parallel zur Bildfläche sind, von gleicher Form und Größe mit den ersten werden. Da nun aber bei den Maschinen Kreise häufig in senkrechter Stellung und parallel zu einander vorkommen, so kann man die Bildfläche parallel mit denselben annehmen, wo man dann immer nur ihre Mittelpunkte zu bestimmen braucht, um sie mit dem Cirkel beschreiben zu können, während bei der isometrischen Darstellung Fig. 14 Kreise in senkrechter und wagrechter Stellung stets Ellipsen werden, für welche mehrere Punkte bestimmt werden müssen, um sie aus freier Hand oder mittelst Schablonen ziehen zu können. Dieses abgerechnet, sind die isometrischen Darstellungen nicht schwieriger als die einfach schiefen, gewähren dieselben Vortheile wie diese und beruhen ähnlich den schiefen auf der Voraussetzung, daß, wenn man die Projectionslinien wohl parallel zu einander annimmt, aber denselben eine andere als senkrechte Stellung zu den Projectionsebenen gibt, oder wenn man diese senkrechte Stellung beibehält, sich aber einen Würfel auf seiner körperlichen Diagonale senkrechtstehend denkt und ihn so projicirt, der Umfang der Projection ein Sechseck wird. Da aber weder bei der einen, noch bei der andern dieser Annahmen alle Würfelkanten unter sich gleich, auch nicht von gleicher Länge mit denen in Wirklichkeit werden, daher nicht unmittelbar gemessen werden könnten, wobei diese Darstellungsweise außer der schnellern Uebersicht über einen Gegenstand keinen Vortheil gewähren würde, so macht man alle Würfelkanten unter sich gleich und von gleicher Länge mit den wirklichen.

Die nachstehende Fig. 5 ist die isometrische Darstellung eines Würfels, welche am schnellsten erhalten wird, indem man mit der Länge einer seiner Kanten aus einem Punkte B einen Kreis beschreibt, den senkrechten Radius B D

Fig. 5.



zieht und von D aus den Kreis in sechs gleiche Theile eintheilt und die Theilpunkte wie in vorstehender Figur miteinander durch Gerade verbindet. AB, BC und BD heißen die isometrischen Hauptachsen; von ihnen ist BD stets senkrecht auf der Projectionsachse XX, und alle mit ihr parallelen Linien stehen gleichfalls senkrecht zu XX. Der Winkel, unter welchem sich AB und BC zur Projectionsachse neigt, ist 30^0, und der Winkel bei B 120^0. Alle mit AB und BC in der Wirklichkeit parallelen werden auch in der isometrischen Projection parallel mit denselben. Die Verfahrungsweise bei der Herstellung isometrischer Darstellungen ist ganz analog der bei den einfach schiefen Projectionen, und wir wählen, um es an einem Beispiele nachzuweisen, dasselbe Prisma wie dort. Es sey also wieder in nachstehender Fig. 6: I, II, III, IV, V die Basis eines senkrechten Prisma von der Höhe EF: so umschließt man die Basis mit einem Rechtecke ABCD, dessen Seiten AB, BC sich unter 45^0 zur Projectionsachse XX neigen, und zeichnet dieses Rechteck in Fig. 7 isometrisch,

Fig. 6.

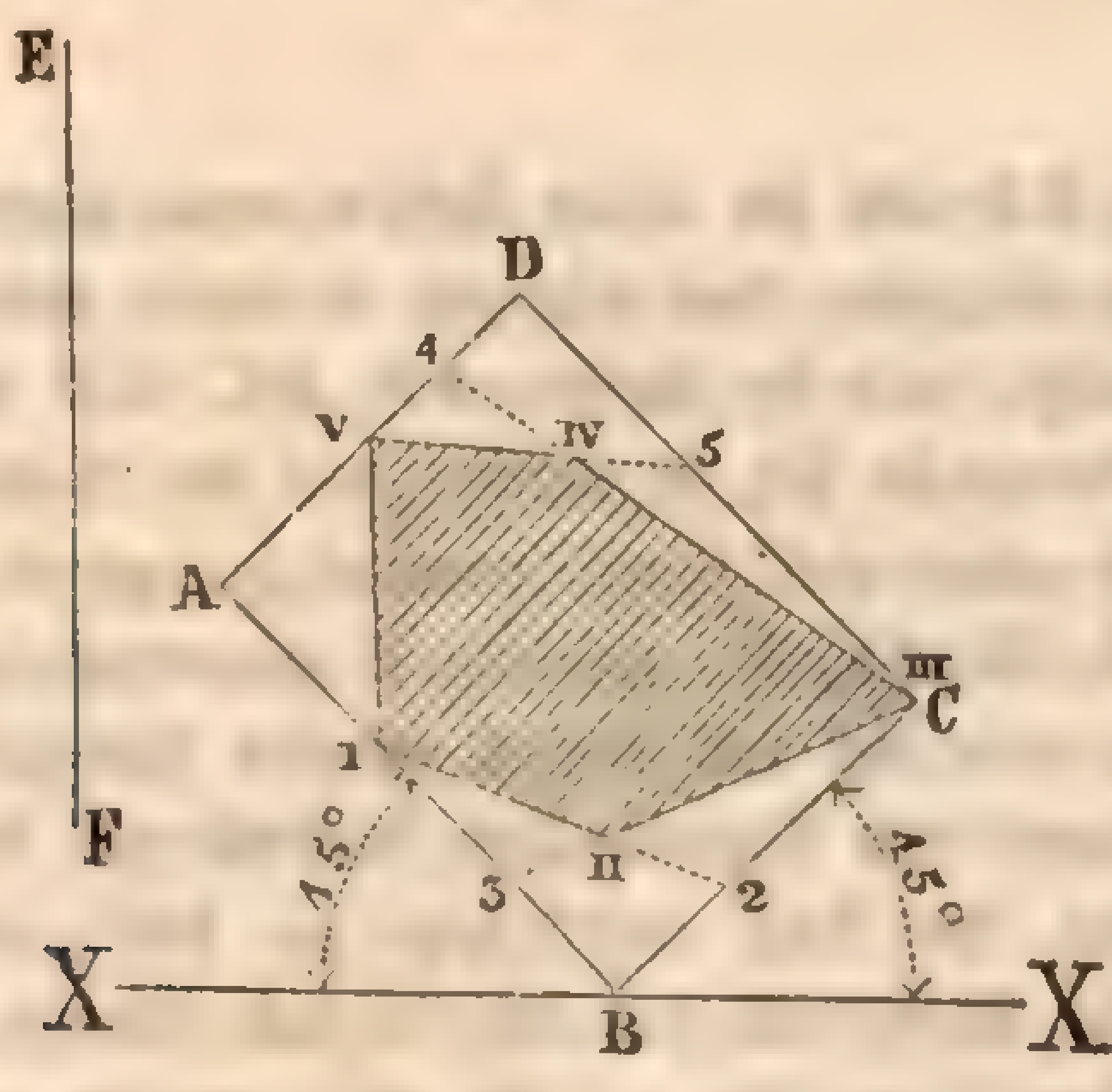
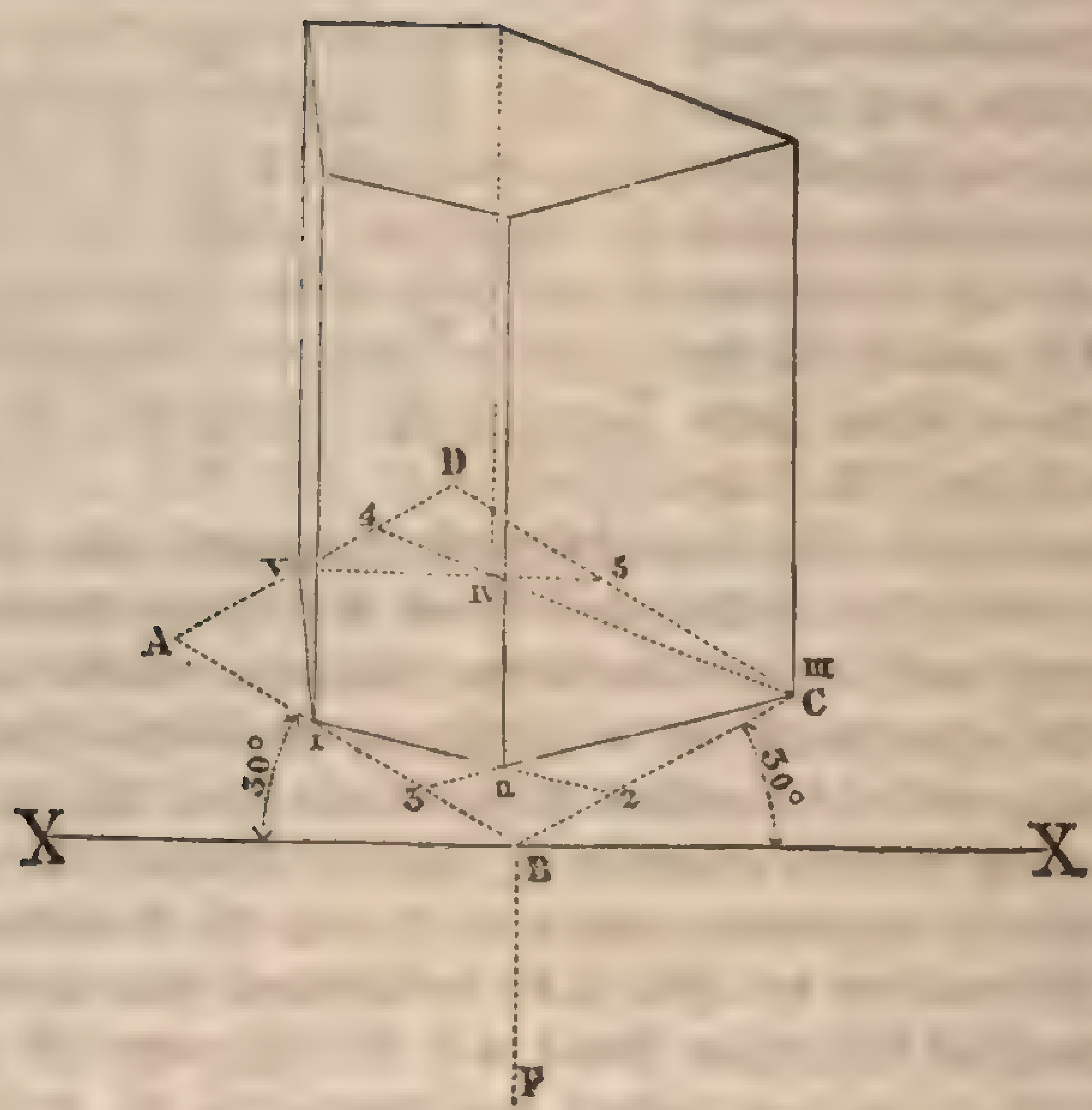


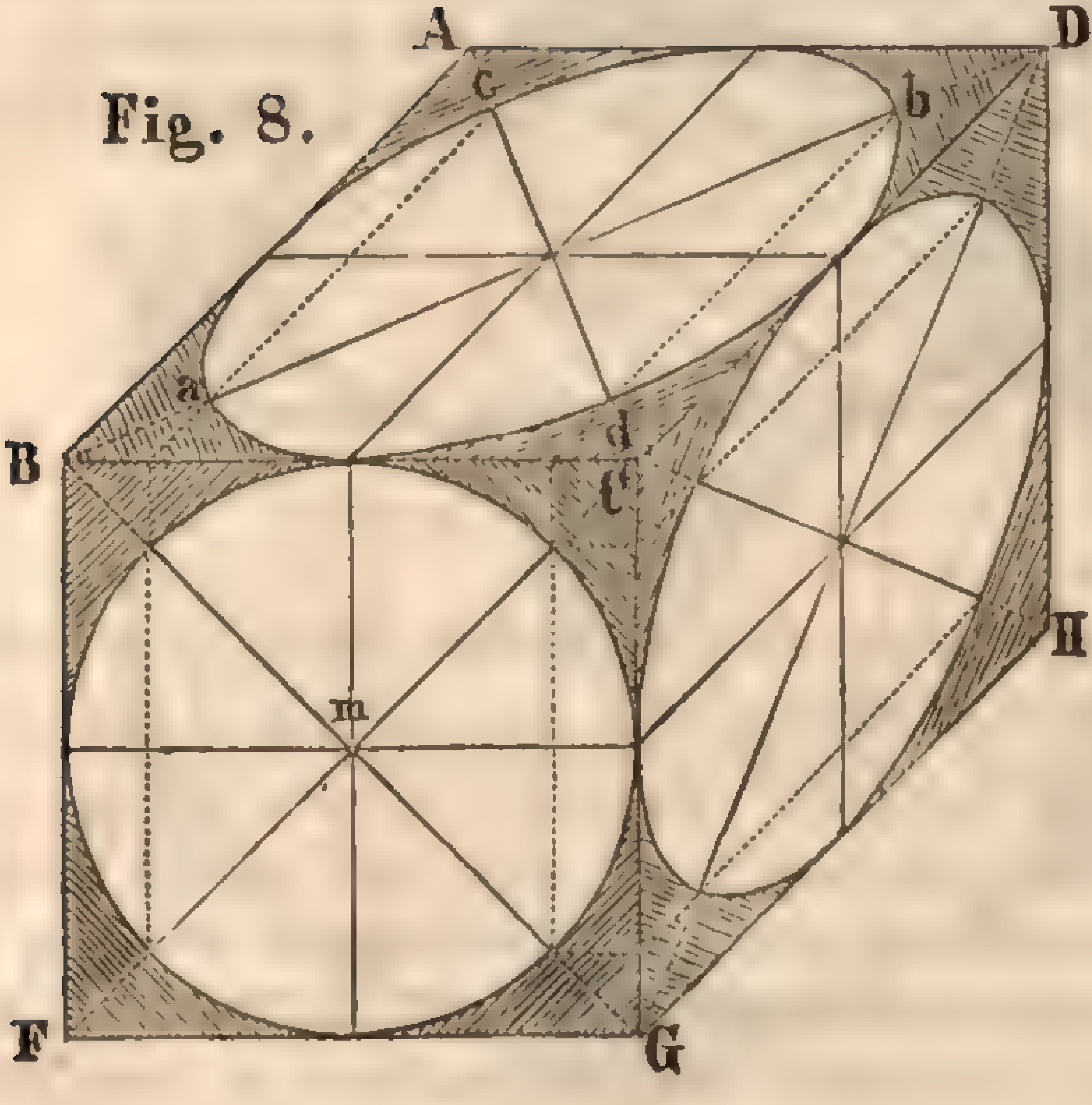
Fig. 7.



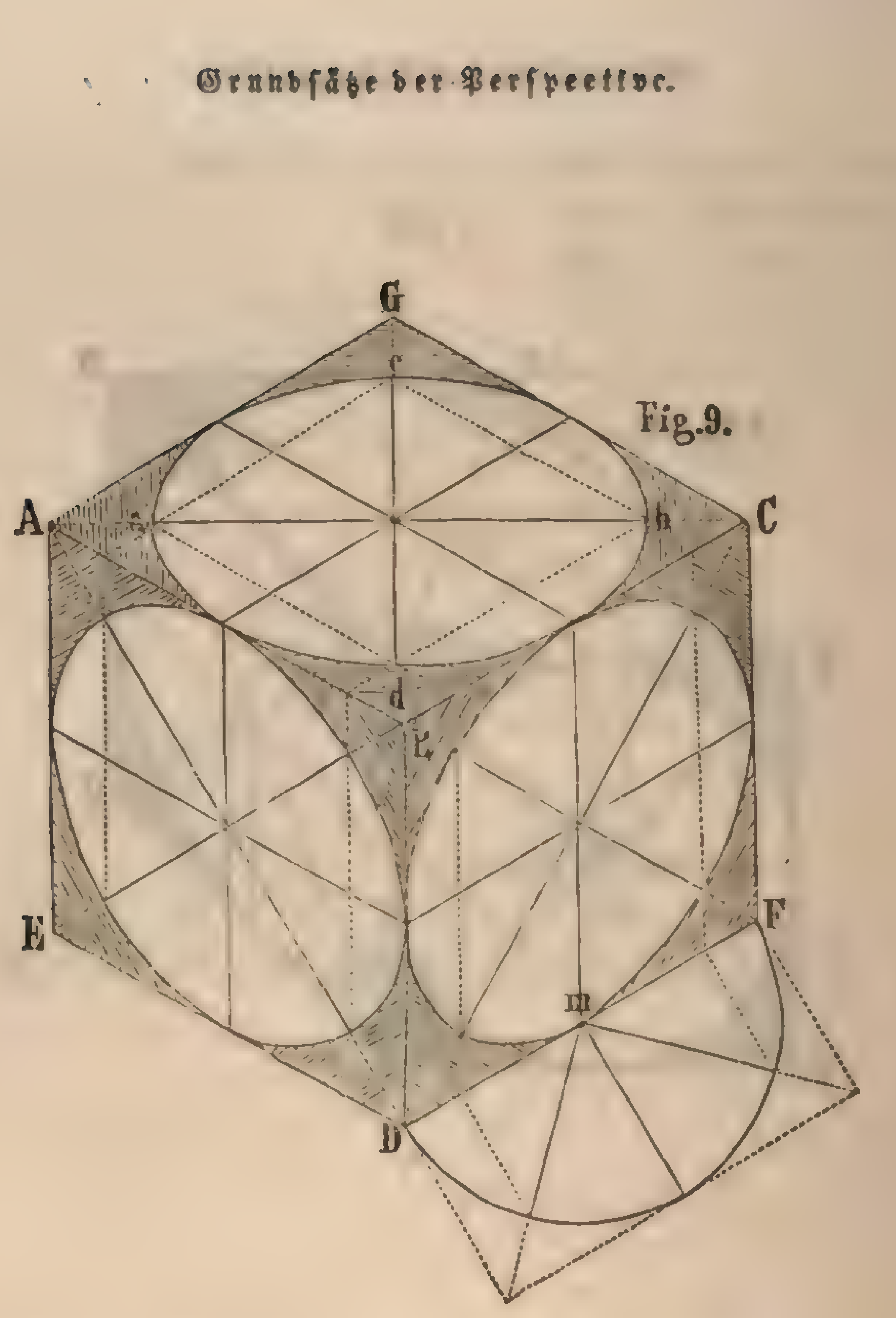
indem man A B, C D als die ersten Achsen unter einen Winkel von 120° zu einander und so zieht, daß sich jede derselben unter 30° zur Projectionsachse XX neigt, und die Seiten A B, B C, C D und D A, von gleicher Länge mit denen in Fig. 6 macht; auf den Seiten A B, B C, C D, D A so wie auf allen mit ihnen parallel gezogenen, können nun alle Punkte wie I, II, III, IV, V, aus Fig. 6 genommen, und in Fig. 7 eingetragen werden, wie bei der einfach schiefen Projection in Fig. 3 und Fig. 4. Die Kanten des Prisma sind senkrecht auf der Projectionsachse XX und behalten ihre Lage und Länge zu dieser auch in Fig. 7 bei. Ganz auf dieselbe Weise wie bei der einfach schiefen Darstellung führt man nun auch eine isometrische auf die orthogonalen zurück.

Um durch Beispiele nachzuweisen daß, was wir früher schon angeführt haben, die isometrischen Projectionen in Bezug der Darstellung von Kreisen umständlicher sind als die einfach schiefen, wollen wir für beide einen Würfel wählen, auf dessen drei, in der Projection sichtbaren Seiten Kreise gezeichnet sind. Fig. 8 ist einfach schiefe, Fig. 9 doppelt schiefe

Fig. 8.



Darstellung des Würfels; in Fig. 8 ist die Vorderseite des Würfels parallel zur Bildfläche, oder in dieser befindlich angenommen, daher der Kreis hier, wie in allen parallelen Stellungen mit der Vorderfläche in seiner wahren Größe bleibt, wo man also für letztere Stellungen immer nur den Mittelpunkt auf bekannte Weise zu bestimmen nothwendig hat. Auf allen andern Seiten aber wird die Projection des Kreises eine Ellipse, in deren Umfang liegende Punkte man leicht erhält, indem man auf der vordern Seite einen wagrechten und senkrechten Durchmesser und die Diagonalen zieht, welche, wie aus der Figur ersichtlich, leicht auch auf den andern gezogen werden können, wodurch man immer acht Punkte erhält, welche mit einander vereinigt die Ellipsen geben. Da diese Ellipsen von gleicher Größe und die Diagonalen a b und c d die großen und kleinen Achsen der Ellipsen sind, so kann man diese auf bekannte Weise mit einem Faden und zwei Nadeln aus den Brennpunkten zeichnen. (Gärtnerellipse.)



Bei der isometrischen Projection Fig. 9 erhält man auf ähnliche Weise acht Punkte, indem man aus dem Halbirungspunkte m einer der äußern Begränzungslinien mit der halben Seite einen Halbkreis beschreibt, und diesen mit einem Rechtecke umschreibt, dessen längere Seite parallel zu DF, die kürzern aber senkrecht auf DF sind; man zieht in diesem die Diagonalen und verfährt im übrigen wie bei der einfach schiefen Darstellung in Fig. 8, wodurch man wieder acht im Umfange der Ellipse liegende Punkte erhält, von welchen a b die Endpunkte der größern, und c d die der kleinern Achsen sind. Da jede der beiden andern Ellipsen gleiche Größe mit dieser haben, so kann man sich nach der Bezeichnungsart der Gärtnerellipse eine Schablone aus starkem Papier oder dünnem Holz machen, und alle drei mittelst dieser ziehen.

Bl. 62. Fig. 14. Hierauf beruhend, wurde die isometrische oder doppelt schiefe Darstellung der Aufzugsmaschine auf Blatt 62, Fig. 14 hergestellt, welche in Bezug auf schnelle Uebersicht allerdings dieselben Vortheile wie die einfach

schiefe Fig. 13 gewährt; da aber alle vorkommenden Kreise in Fig. 14 Ellipsen werden, während sie in Fig. 13 Kreise bleiben, deren Radien oder Diameter hier schon unmittelbar gemessen werden können, während man sie bei jener erst durch Zurückführung auf die orthogonale Projection erhalten kann: so behaupten die einfach schiefen Darstellungen für den praktischen Zeichner stets den Vorzug vor den isometrischen.

§. 295.

Aufnahme größerer Maschinen.

Blatt 62. Fig. 15 bis 20.

Das Aufnehmen größerer Maschinen wird ganz auf die beschriebene Weise betrieben, und ist für den noch nicht geübten Aufnehmer nur insofern schwieriger, als einerseits über große Maschinen keine so schnelle Uebersicht erlangt werden kann wie über kleine, was theils in localen Verhältnissen, theils in der größern Ausdehnung der Maße seinen Grund hat; anderseits macht es auch die ungewohnte Handhabung größerer Maßstäbe und Meßlatten 2c. umständlicher und mühsamer, als bei kleinen Maschinen, an welch letztern man meistens auch schon bestimmte Anhaltspunkte, senkrechte und wagrechte Mittel 2c. hat, von welchen aus gemessen werden kann. Die Herstellung solcher zur Aufnahme größerer Maschinen nothwendigen Anhaltspunkte, wie die Aufnahme überhaupt, erheischen außer den gewöhnlichen schon genannten kleinen Maßstäben 2c. noch einige größere Meßlatten von 3 Meter oder 10 Schuh, dann eine solche von 6 Meter, oder 20′, ein Rollmaß von 50′ — 100′, einen größern eisernen Winkel, ein Schrägmaß zur Abnahme anderer als rechter Winkel, zwei Senkel, eine Setzwage mit einer kürzern Waglatte von 5′ — 6′ und eine längere von 18′ — 20′; und für jene Fälle, wo ganze Wasserbauten aufgenommen werden müssen, eine Canalwage mit den nöthigen Mirren. Da es nicht Zweck ist, hier eine Anweisung zum Gebrauch letzterer zu geben, die man übrigens in jedem Werke über das Nivelliren findet, so haben wir ein Beispiel ausgewählt, bei welchem der Gebrauch der meisten andern genannten Hülfsmittel vorkömmt, und das Aufnehmen im Großen, so gut es eben geht, gezeigt werden kann. Die beste Anweisung hiezu bleibt übrigens immer das unmittelbare Aufnehmen unter gehöriger Aufsicht und Leitung eines Lehrers, der nicht bloß Zeichner ist, sondern sich auch außer diesem auf dem Gebiete der Praxis bewegt und Erfahrungen gesammelt hat, die man nicht in Bücher schreiben oder in Hör- und Zeichnungssälen erlernen, sondern nur in Werkstätten und

auf dem Bauplatze durch eigene Handanlegung sich erwerben und aneignen kann.

Dieses Beispiel, in welchem wir das Aufnehmen im Großen zeigen wollen, umfaßt ein gewöhnliches hölzernes Kropfrad, Strauberrad mit Transmission der Bewegung und ist auf Blatt 62 in Fig. 15 — 20 in seinen cotirten Croquis dargestellt. Verfasser hat diese Aufnahme zum Behufe der Anordnung eines seiner patentirten Kropfräder selbst gemacht und eigenhändig auf Stein gezeichnet. Da bei diesem Wasserrade der Wasserbau noch in gutem Zustande war und nur in Bezug auf die Form des Kropfes und Anlage der Schütze eine Aenderung vorgenommen werden durfte, während das Rad ein neues wurde; da ferner alles vorbereitet werden mußte, um die diese Neuerung in Anspruch nehmenden Arbeiten in der nur einige Tage dauernden Auskehr schnell vollenden zu können, so mußte bei der Aufnahme nebst dem Rade, bei welchem nach der Bestimmung des Unternehmers wo möglich auch noch der Kranz und die Arme beibehalten werden sollten, was aber nicht anging, besonders das Gerinne in seinem alten Zustande berücksichtigt werden, um die Schablone für den neuen Kropf, so wie jener Stücke, welche auf den alten aufgefüttert werden mußten, sogleich zurichten zu können. Da das alte Wasserrad ein Strauberrad, ähnlich dem auf Blatt 39 dargestellten, ist und wir die gleiche Bezeichnung wie bei jenem genommen haben, so übergehen wir, auf jenes hinweisend, dessen Beschreibung und bemerken nur in Hinsicht der Transmission der Bewegung, daß diese durch drei gußeiserne Stirnräder I, K und L bezweckt wird, von welchen das erste I mit acht Armen, in einem Stücke gegossen, mit 126 hölzernen Kämmen versehene auf der Wasserradwelle aufgekeilt, das zweite K in dieses eingreifende mit sechs Armen, gleichfalls aus einem Stücke bestehende und mit 90 angegossenen Zähnen versehene auf einer Welle aus Schmiedeisen durch vier Keile auf bekannte Weise mit dieser verbunden ist. Das dritte kleinste, in K eingreifende Rad L besteht ebenfalls aus einem Stücke, hat 54 Zähne und wird durch zwei Keile auf seiner schmiedeisernen Welle festgehalten, durch welch letztere die Bewegung fortgepflanzt wird. Die drei Räder befinden sich im Innern des Gebäudes und sind auf ein besonderes hölzernes Gerüste gelagert. Hinsichtlich der einzelnen Theile dieser Räder weisen wir auf die Blätter 15 und 16 hin, auf welchen sich eine gewiß hinreichende Anzahl ähnlicher befindet.

Was die Aufnahme anbelangt, deren Hauptcroquis Fig. 15 Bl. 62 ist, wovon die andern Croquis Fig. 16 — 20 sind, wird ohnehin einleuchten, daß sowohl die Herstellung dieser, als besonders das Messen nur

im Zustande der Ruhe vorgenommen werden kann, wobei also, bevor man beginnt, das Wasserrad abgestellt werden muß. Hat man nun die nöthigen Croquis aus freier Hand mit Bleistift hergestellt, so ist das nächste, daß man eine wagrechte Gerade als ersten Anhaltspunkt zum Messen aller senkrechten Dimensionen, sowohl unter als ober ihr herstellt. Diese Wagrechte sucht man wo möglich in die Mitte, zwischen den höchsten und tiefsten Punkt der Aufnahme zu legen; hier wurde dieselbe als am passendsten dadurch erhalten, daß man, indem man die längere Waglatte M auf einer Seite auf die Welle A B des Wasserrades aufgelegt, an ihrem andern Ende aber gehörig unterbaut, auf einen Schragen oder irgend andere passende Unterlagen aufliegend, mittelst der Setzwage N die Oberfläche der Waglatte M genau in eine horizontale Lage gebracht hat, von wo sie dann, um sie in dieser zu erhalten, an irgend einen feststehenden Pfosten mit Nägeln angeheftet wird. Man muß darauf sehen, daß die Waglatte M ihrer Länge nach wo möglich über das ganze Gerinne hinweggeht, damit dasselbe bei dieser ersten Stellung der Waglatte M ganz gemessen werden kann, was, nachdem dasselbe ein Kropfgerinne ist, dessen Form für die schon angegebenen Zwecke genau ausgemittelt werden muß, dadurch geschieht, daß man von der Oberseite der Waglatte M von Fuß zu Fuß an den auf derselben befindlichen Theilstrichen I, II, III — XII mit der 10schuhigen Latte O bis auf den Boden des Kropfes mißt; damit aber diese Messungen alle in senkrechter Richtung stattfinden, bedient man sich eines eisernen Winkels P, welchen man auf der Oberseite der Waglatte M auflegend, an jedem Theilstriche I, II — XII fest hält und die Latte O an den senkrechten Schenkel des Winkels anlegt. Die so erhaltenen Coten werden alle in die Croquis nach ihren fortlaufenden Nummern eingetragen, und alles übrige unter der Waglatte befindliche, wie der Boden, der Wasserspiegel ꝛc. ebenfalls von der Oberseite der Waglatte gemessen. Nicht zu entfernt liegende Punkte, für welche die Waglatte nicht mehr ausreicht, wie dieses beim Wasserspiegel des Oberwassers der Fall ist, können dadurch gemessen werden, daß man auf die Oberseite der Waglatte einen geraden Stab auflegt und von dessen unterer Fläche an mißt; auch darf man nicht vergessen, von einem bestimmten Theile des Wasserrades, am besten der Welle A B bis zu einer der Theilungen I, II — XII der Waglatte M, oder wie hier linker Hand, bis an ihr Ende zu messen und die Cote einzutragen. Hat man alle unter der Waglatte M befindlichen, besonders auf das Gerinne bezüglichen Maße abgenommen, so geht man nun zu den ober der Waglatte befindlichen über, wobei die Wellen-Mittel der Räder K und L zunächst und mit besonderer Sorgfalt, wie alle andern Punkte von der Oberseite der

Bl. 62. Fig. 18 — 20.

Bl. 62. Fig. 15 — 20. Waglatte M in senkrechter Richtung gemessen und eingetragen werden, wobei, so wie bei den vorhergehenden Messungen ein Gehülfe, dann Staffeleien und Leitern nicht wohl entbehrlich sind. Die Wellen der Räder K und L können dann wieder in Bezug der Messungen der innerhalb des Gebäudes befindlichen Theile, wie die Lagergerüste und andere benützt werden, daher sie auch in Hinsicht ihrer Höhe und Entfernung von einander beim Messen mit um so größerer Sorgfalt behandelt werden müssen. Bevor man die Waglatte M aus ihrer ersten Stelle bringt, fixirt man dieselbe in Bezug auf diese, indem man an ihrer Oberfläche mit einem Messer oder Bleistift einen sichtbaren scharfen Riß auf den Theil, an welchem sie angeheftet war, eine Säule, Mauer ꝛc. macht, von welcher man aus nun, im Falle es nothwendig ist, weiter nivelliren kann. Wellendiameter wie der AB des Wasserrades, dann die Räder K und L werden, wenn sie mit dem Greifzirkel nicht mehr abgenommen werden können, dadurch gemessen, daß man an jeder Seite einen Senkel anhält oder anheftet und die Entfernung der Schnüre mißt, welches der verlangte Durchmesser ist. Größere Wellen- oder Räderdiameter kann man auch durch Rechnung bestimmen, indem man mit dem Rollmaße oder einem Faden den Umfang mißt.

Bezüglich des Croquirens, Messens und Cotirens aller andern Theile gilt was wir früher angeführt haben. Man darf sich nicht abschrecken lassen, wenn eine erste Aufnahme im Großen langsam geht und mühsam ist; es hat hier die gleiche Bewandtniß wie bei der Erlernung aller technischen Dinge; je mehr man sich übt und je aufmerksamer man dabei zu Werke geht, desto mehr Fertigkeit erlangt man hierin. Man kömmt selbst auf besondere Handgriffe und Vortheile, man übt das Augenmaß in Bezug der Schätzung von Winkeln und Distanzen auf eine fast unglaubliche Weise, Dinge die einem dann besonders bei solchen Aufnahmen, wo man nicht alles messen kann oder darf, sehr zu Statten kommen.

Die Coten dieser Aufnahme in Fig. 15 — 20 sind bayerisches Duodecimalmaß, und es dürfte den im Aufnehmen und Zeichnen nach Croquis noch nicht gehörig Geübten zu rathen seyn, eine Reinzeichnung hievon herzustellen, in welcher er das etwa Fehlende aus den bezeichneten Blättern über Verzahnungen und Wasserräder ergänzen könnte. Indem wir hiemit das Aufnehmen schließen, werden wir an den folgenden zwei Musterblättern noch das Nöthige über Reinzeichnen von Maschinen anführen.

§. 296.

Musterzeichnung.

Hydraulische Presse zur Oelfabrication von Trealer und Bourgois zu Arras in Frankreich.

Blatt 63 und 64.

Unserm in der Einleitung zur Maschinenkunde gemachten Versprechen gemäß sollte den Schluß derselben eine Zeichnung bilden, welche schattirt und mit Farben behandelt als ein Muster aufgestellt werden kann. Lange schwankend in der Auswahl des Gegenstandes haben wir uns zu der von den Obengenannten construirten hydraulischen Presse in der Hoffnung entschlossen, daß, nachdem jetzt die hydraulischen Pressen eine stets mehr ausgedehnte Anwendung finden, wenigstens der größere Theil unserer Leser hiemit zufrieden seyn wird, indem diese Presse sowohl in Hinsicht ihrer zweckmäßigen Construction, als der Einfachheit und Schönheit ihrer Formen als Muster aufgestellt zu werden verdient, dabei aber unsers Wissens in deutschen Werken noch keine Aufnahme gefunden hat.

Die hydraulische Presse, von einem Engländer Pramah erst im J. 1796 Bl. 63. Fig. 8. erfunden, und nach ihrem Erfinder auch Pramah'sche Presse genannt, beruht darauf, daß die Flüssigkeiten jeden Druck nach allen Richtungen gleichmäßig fortpflanzen. Wenn zwei Cylinder A'' und H'' Fig. 8 Blatt 63 von verschiedenem Durchmesser mit Wasser angefüllt und durch eine Röhre h in Verbindung gebracht sind, und es befindet sich in jedem derselben ein Kolben I'' und D'', deren wasserdichter Schluß an der obern offenen Seite der Cylinder durch irgend ein Mittel, eine Liederung oder eine Stopfbüchse 2c. bezweckt ist, so hat, wenn durch irgend eine Kraft der Kolben I'' niedergedrückt wird, jeder Flächentheil der Cylinderwände A'' und H'', welcher dem Querschnitt des Kolbens I'' gleich ist, einen gleichen Druck auszuhalten. Nun kann man aber die Unterfläche des Kolbens D'' als einen Theil der Cylinderwand betrachten; so vielmal also der Querschnitt des Kolbens D'' größer ist, als der Querschnitt des Kolbens I'', so vielmal wird auch die Kraft, mit welcher der Kolben D'' gehoben wird, größer seyn als die Kraft, mit welcher der kleinere Kolben I'' niedergedrückt wird.

Die beiden Cylinder A'' und H'' mit ihren Kolben sind die Hauptbestandtheile einer jeden hydraulischen Presse, und man nennt den Kolben I'' den Druckkolben, den andern D'' den Treibkolben. Die Kraft, welche auf den Druckkolben wirkt, äußert sich auf den Treibkolben so viel-

Bl. 63 und 64. mal verstärkt, als der Querschnitt in jenem des Treibkolbens enthalten ist. Wenn daher der Querschnitt des Kolbens I″ wie hier $\frac{1}{121}$ von dem Querschnitte des Kolbens D″ ist, so wird D″ mit einer Kraft von 121 Pfund gehoben, wenn auf den Kolben I″ mit der Kraft von 1 Pfund gewirkt wird; es wird daher nicht auffallen daß, wenn mit einer halben Pferdekraft auf die Kurbel gewirkt wird, durch welche der Druckkolben I″ seine geradlinig auf- und abwärtsgehende Bewegung erhält, mit dieser Presse der ungeheure Druck von 400,000 Pfund hervorgebracht werden kann. Der kleinere oder Druckcylinder I″ hat die Einrichtung einer Saug- und Hebepumpe und heißt daher auch gewöhnlich die Pumpe, während der andere größere Cylinder der Treib- und Arbeitscylinder A″, gewöhnlich den untern Theil eines Gerüstes oder Gestelles bildet, und das untere Widerlager genannt wird, während ein anderes ihm gegenüberstehendes Gerüst das obere Widerlager heißt. Die beiden Widerlager sind durch Säulen oder Bolzen mit einander verbunden, und es trägt der Kolben des Arbeitscylinders D″ eine Platte, Preßblatt, auch Preßplatte genannt, zwischen welcher und dem obern Widerlager die zu pressende Masse sich befindet. Man hat verschiedene Constructionen für die hydraulische Presse, welche sich jedoch in der Hauptsache bloß darin unterscheiden, daß der Arbeitscylinder eine senkrechte oder eine wagrechte Stellung hat, während die Pumpe fast durchaus nur senkrecht angeordnet ist. Im Allgemeinen ist wohl auch beim Arbeitscylinder die senkrechte Lage die natürliche und bessere, jedoch gibt es einzelne Fälle, wo die Umstände auch die wagrechte Lage rechtfertigen.

771. Bei dieser Presse, Blatt 63 Fig. 1 — 7 und Blatt 64 Fig. 9 — 26, sind Pumpe und Arbeitscylinder in senkrechter Stellung angeordnet, und sie unterscheidet sich in ihrer Construction von andern besonders noch dadurch, daß die Pumpe eine dreifache und der Arbeitscylinder ein doppelter ist.

Blatt 63 Fig. 1 — 5 sind A A′ die gußeisernen in einem Stücke gegossenen doppelten Arbeitscylinder, welche das untere Widerlager der Presse vertreten, und durch sechs Säulen oder Pfeiler C aus Schmiedeisen mit dem Widerlager B aus Gußeisen verbunden sind. D D′ sind die hohlen gußeisernen Treibkolben, an ihrer äußern krummen Fläche rein abgedreht und geschliffen, und durch hölzerne Zapfen F mit dem ersten oder untersten Preßblatte E verbunden, zwischen welchem und dem obern Widerlager B, in gleichen Zwischenräumen noch drei andere Preßblätter vorhanden sind, auf deren jedem ein Klotz Weißbuchenholz G liegt, auf

welchem eine bestimmte, gleiche Portion der zu pressenden Masse, in ein Haartuch oder Preßbeutel eingeschlagen, gelegt wird, so daß im Ganzen auf jeden Cylinder vier Einlagen treffen, welche auf einmal ausgepreßt werden. Bl. 63 und 64.

Die Pumpe, welche, wie schon angeführt, eine dreifache ist, besteht aus drei in einem Stücke aus Messing gegossenen Cylindern, Stiefeln H, von gleichem Diameter, mit massiven, rein gedrehten und geschliffenen Kolben I, welche an einem gemeinschaftlichen Quereisen J aufgehängt sind, sich geradlinig auf- und abbewegen. Dieses Quereisen J trägt an seinen Enden messingene Frictionsrollen a, welche in verticalen Leitungen L (Coulissen) laufen, um die Kolben in gehöriger Richtung zu erhalten. Eine Treibstange K wird durch eine Kurbel, welche an der Achse eines Motors angebracht ist, in Bewegung gesetzt; die Länge dieser Kurbel ist je nach der Kraft, welche man anwenden kann, und der Geschwindigkeit die man dem Ganzen geben will, verschieden, jedoch so, daß der Kolben einen Hub von 10 — 15 Centimeter ($3\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ Zoll) erhält.

Diese drei so vereinigten Kolben I haben offenbar dieselbe Wirkung, wie ein einziger von dreifachem Durchmesser; allein ihre Wirkung würde bei gleicher Kraft immer dieselbe bleiben, was aber besonders in Hinsicht von Zeitersparung nicht vortheilhaft wäre, indem fast bei allen Pressungen, besonders aber bei Oel haltenden Substanzen am Anfange einer Pressung der Widerstand nicht groß ist und also mit Vortheil eine größere Geschwindigkeit gegeben werden kann, was dadurch geschieht, daß man am Anfange einer Pressung die drei vereinigten Pumpen gleichzeitig wirken läßt. Ist nun aber die Masse bis zu einem gewissen Grade zusammengedrückt, so wird der Widerstand ein größerer, dessen Ueberwältigung entweder durch unmittelbare Verstärkung der Kraft oder mittelbar durch eine geringere Geschwindigkeit bezweckt werden muß. Man hat Letzteres als das hier Passendste gewählt und der Presse eine solche Einrichtung gegeben, daß am Anfange alle drei Pumpen, später aber, wenn der Widerstand ein größerer wird, nur zwei arbeiten und zuletzt nur noch durch die Wirkung der einen der gewünschte Grad des Druckes hervorgebracht wird. Zu diesem Behufe liegt jedes der Saugventile c Fig. 9, Blatt 64, welche jede der drei Pumpen mit dem Wasserbehälter M in Verbindung setzen, auf einem dünnen Stabe d, dessen unteres Ende durch ein Scharnier mit einem wagrechten Hebel N verbunden ist; eine bestimmte Anzahl Gewichte O liegt am Ende des längern Hebelarmes, während am Ende des andern Armes eine verticale Stange f angebracht ist, welche an ihrem obern Ende ein Lederventil e trägt, das sich unter dem Einlaßventil (Kropf-

Bl. 63 und 64. ventil) i befindet; wenn nun letzteres für eine Pumpe offen ist, so sind es die beiden andern auch, und das von den Kolben I eingesaugte Wasser kann durch die Röhre g und von da durch die Röhren h und h′ Bl. 63 Fig. 1 — 5 in die Arbeitscylinder A oder A′ fließen. Die auf jedem Hebel angebrachten Gewichte O müssen so groß seyn, daß sie das Gleichgewicht mit dem auf die Lederventile e ausgeübten Drucke bis zu einem gewissen Grade aushalten können. Sobald dieses Gleichgewicht unterbrochen ist, das heißt, sobald der Druck des Wassers in den Cylindern zu groß wird, werden die Ventile e herabgepreßt, folglich drücken die Stangen d die Einsaugventile c in die Höhe, und das Wasser kann nun auf demselben Wege, auf welchem es in die Cylinder gekommen ist, und durch die offenen Einsaugventile in den Wasserbehälter zurückfließen. Die Pumpen gehen also nicht, bis durch den Abfluß des Wassers der Druck vermindert ist, worauf die Gewichte wieder herabdrücken und die Ventile wieder ihre vorige Stelle einnehmen lassen, so daß man also, um mittelst einer gegebenen Kraft zu einem gewissen Grade des Druckes zu gelangen, nur vorher die den äußern Cylindern entsprechenden Ventile mit einem kleinern Gewichte zu belasten braucht, als zur Herstellung des Gleichgewichtes nöthig wäre, während hingegen das Ventil des mittlern Cylinders mit einem größern Gewichte beschwert ist, damit dasselbe sich nicht vor dem gewünschten Grade von Druck öffne. Will man z. B. einen Druck von 400,000 Pfund ausüben, so belastet man den mittleren Hebel mit einem Gewichte, das im Stande ist das entsprechende mittlere Ventil e gegen diesen Druck an seiner Stelle zu erhalten; hingegen auf die beiden äußern Hebel bringt man ein Gewicht, das einen niedern Druck, etwa den von 250,000 Pfund bewirkt; man sieht nun leicht ein, daß die beiden äußern Pumpen keine Wirkung mehr äußern werden, wenn letztgenannter Grad des Druckes erreicht ist, weil ihre Ventile c, indem sie sich heben, dem Ueberwasser einen Abfluß in den Behälter verschaffen; es wird also nur der mittlere Kolben fortarbeiten, und zwar so lange, bis er einen Druck von 400,000 Pfd. bewirkt hat; in diesem Augenblick ist seine Wirkung vernichtet, aber der Druck kann, so lange man es für nöthig hält, auf derselben Höhe erhalten werden, wenn man nur das Gewicht des mittleren Hebels beibehält. Durch diese Anordnung ist der Gang der Presse nicht nur ganz unabhängig von den Arbeitern, sondern man hat auch für dieselben keinen Nachtheil zu befürchten, den Unachtsamkeit herbeiführen könnte, weil, sobald die Gewichte erleichtert werden, die Ventile sich öffnen und die Pumpen außer Wirksamkeit treten.

Der Wasserbehälter M Bl. 64 Fig. 9 — 12 besteht aus einer gußeisernen Kiste, welche alles zum Dienste der Presse nöthige Wasser enthält.

Die Stangen k, welche im Mittelpunkte der am Ende des Hebels N befindlichen Platten befestigt sind, auf welchen die Gegengewichte O ruhen, durchdringen letztere, um sie in der verticalen Lage zu erhalten, und werden selbst durch ein schmiedeisernes Band c, das an der Wand des Behälters fest ist, in ihrer gehörigen Stellung erhalten. Die Hebel N haben ihre Drehungspunkte m in Zapfen, welche an den Boden des Behälters angeschraubt sind. Die Ventile e heißen Sicherheitsventile, und das Verhältniß des Durchmessers eines jeden zu dem des Arbeitscylinders H ist wie 1 : 20, folglich ihre Grundfläche wie 1 : 400. Also, nach dem was wir oben gesehen haben, ist ein Gewicht, das auf eines dieser Sicherheitsventile gebracht wird, im Stande, einen 400mal so großen Druck, der auf die Arbeitscylinder ausgeübt wird, auszuhalten; überdieß ist seine Stange an einen siebenmal kürzeren Hebelarm, als der des Gegengewichtes O ist, angebracht, und man muß folglich, um das Ventil mit einem Drucke von 250,000 Pfd. ins Gleichgewicht setzen zu können, den Hebel N mit einem Gegengewichte $= \frac{1}{7 \times 400}$ oder $\frac{1}{2800}$ von 250,000 Pfd., oder ungefähr 89,286 Pfd. belasten. Ebenso würde man mit 142,8576 Pfd. an den mittleren Hebel angebracht, einem Druck von 400,000 Pfunden das Gleichgewicht halten können. Bl. 63 und 64.

Drei Röhren g, Fig. 10 und 14, welche sich in eine einzige gebogene Röhre g' vereinigen, setzen die drei Pumpen H mit dem Vertheilungsapparate Q in Verbindung, in welchen sie auf zwei Seiten einmündet. Der Vertheilungsapparat Q hat von oben nach abwärts zwei Oeffnungen Fig. 14, durch welche das Wasser aus den Pumpen in die Arbeitscylinder geführt, und in welchen oberhalb zwei Schraubenventile r r' in diese Oeffnungen hinabgehen, um sie zu schließen oder frei zu machen, je nachdem man nöthig hat, die Verbindung mit den Arbeitscylindern herzustellen oder zu unterbrechen. Beide Schraubenventile sind durch zwei in einander greifende Zahnräder in Verbindung gebracht, und es hat außer diesen noch das eine r, eine Kurbel, mittelst welcher es um seine Achse so weit aufwärts oder abwärts gedreht werden kann, bis die Verbindung hergestellt oder abgeschnitten ist; da sich aber auch zu gleicher Zeit die Schraube r', aber in umgekehrter Richtung dreht, so folgt hieraus, daß man den einen Arbeitscylinder außer Wirksamkeit setzen kann, während der andere noch thätig ist. Wollte man auf beiden Seiten zugleich den Druck erhalten, so wären diese Ventile mit Zahnrädern nicht mehr zweckmäßig, und man müßte alsdann Ventile, ähnlich den Fig. 17, wo jedes mit einem besondern Schlüssel nach Art der Schraubstöcke versehen wäre, anbringen.

Bl. 63 und 64. Der Vertheilungsapparat Q ist noch mit zwei andern Oeffnungen versehen, welche sich auf der Seite befinden und mit den Röhren h^2 und h^3 Fig. 9 und 12 in Verbindung stehen; mittelst dieser wird dem Wasser ein Rückweg in den Behälter M verschafft, und das Oeffnen und Schließen derselben wird durch zwei den vorhergehenden gleiche Schraubenventile s, s' bewerkstelligt. Die Einsaug- und Auslaßventile c und i Fig. 9 und dann Fig. 20 und 21 werden durch messingene Spiralfedern niedergedrückt, welche auch den schnellen Schluß derselben befördern. Fig. 22 und 23 ist eines der mittlern Preßblätter E' besonders dargestellt; dieselben haben die Form eines Trapezes, um deren äußern Rand a' b' c' d' eine halbkreisförmige Rinne herumgeht, in welche das ausgepreßte Oel abfließt; eine vertical nach abwärts gehende Röhre v an der einen halbkreisförmig begränzten schmalen Seite läßt das Oel in die darauffolgende Rinne und so weiter bis in das Sammelgefäß ablaufen. An zwei entgegenstehenden Seiten des Preßblattes Fig. 25 befinden sich vorstehende Ränder x, welche die Säulen C C' zum Theil umfassen; man wird bemerken, daß bei mehreren Preßblättern diese vorstehenden Ränder größer sind, damit sie auf den an den Säulen C C' befestigten Vorsprüngen z Bl. 63 Fig. 1 — 3 aufsitzen können und so beim Herabgehen der Arbeitskolben die Preßblätter in der bestimmten Höhe erhalten. Diese Einrichtung gestattet, daß jedes Preßblatt für sich unabhängig von dem andern frei wird, und läßt einen viel leichtern und geschwindern Gang der Maschine zu, weil, sobald ein Preßblatt herabsinkt und die Einlage ausgenommen ist, man sogleich eine neue Einlage machen kann, ohne den Gang der übrigen zu unterbrechen; zum Zusammenhalten der Preßtücher sind auf den beiden langen Seiten Backenstücke y angegossen. Alle Röhrenverbindungen und kleinern wasserdichten Schlüsse sind theils durch untergelegte Lederscheiben, theils durch Stopfbüchsen bewerkstelligt, die ihren Zweck vollkommen erfüllen. Die Hauptschwierigkeiten bieten aber die Kolben D D' des Treib- oder Arbeitscylinders dar, welche jedoch durch eine, von dem Erfinder der hydraulischen Pressen, Bramah, selbst angegebene einfache Einrichtung gehoben wird. Dieselbe besteht nämlich, wie aus Fig. 4 und 5 ersichtlich, aus einem eigens gepreßten Lederstulp, welcher in einer an der innern krummen Fläche des Cylinders ausgedrehten ringförmigen Höhlung, durch einen aus Stücken bestehenden Metallring mittelst Schrauben festgehalten und durch das Wasser selbst an die Kolben D D' angedrückt wird. Diese Presse kann mit Anwendung einer halben Pferdekraft, einem Kolbenhub bloß von 4", 8 Einlagen in fünf Minuten auspressen, deren jede ein Kilogramm (1,7857 bayerische Pfund) wiegt, was also auf eine Fabrication von 8 Hektoliter Oel (à 1,5590 bayerische Eimer) in 24

Stunden schließen läßt, man könnte sogar durch Beschleunigung der Arbeit noch mehr erhalten. Die Presse hat mit den gußeisernen Preßblättern 4000 Franks gekostet.

Ueber Ausführung von Maschinenzeichnungen.

§. 297.

Methoden.

Hinsichtlich der Ausführung von Maschinenzeichnungen haben wir noch anzuführen:

Reinzeichnungen, nach den Grundsätzen der orthogonalen Projection hergestellt, sind entweder

a) Contouren (Umrisse) ohne oder mit Schattenlinien, wobei einzelne Bestandtheile, so wie durchschnittene Stellen entweder bloß schraffirt oder mit Farben angelegt sind, oder es sind Schraffuren und Farben mit einander vereinigt;

b) Zeichnungen in ganzer Haltung, entweder bloß grau in grau (mit Tusch schattirt), theilweise oder ganz mit Farben behandelt;

c) theilweise schattirt und theilweise mit Farbe angelegt; und mit Schattenlinien, mit oder ohne Schraffuren der durchschnittenen Stellen.

§. 298.

Zeichnungen in Contouren.

In bloßen Contouren oder Umrissen mit theilweiser Bezeichnung der Materialien, aus welchen einzelne Maschinentheile bestehen, so wie besonders der durchschnitten gedachten Stellen, durch Farbe, werden nur Arbeits- oder Werkstattszeichnungen gemacht, für welche, wie schon erörtert, möglichst große Maßstäbe gewählt, und welche nicht selten in wirklicher Größe gezeichnet werden müssen. Da solchen Zeichnungen immer eine, in einer der nachfolgenden Manieren ausgeführte Uebersichtszeichnung, in welcher jedenfalls die Hauptmaße in Zahlen eingetragen seyn müssen, beigegeben wird, so reichen diese vollkommen aus.

§. 299.

Zeichnungen in ganzer Haltung.

Unter Zeichnungen in voller oder ganzer Haltung verstehen wir diejenigen, bei welchen man sich den Gegenstand durch parallele, nach einer

bestimmten Richtung gehende Lichtstrahlen beleuchtet denkt, wobei in der Zeichnung der durch die Beleuchtung hervorgebrachte Effect in Bezug auf körperliche und Schlagschlatten durch Tuschen möglich zu erreichen getrachtet wird; welchen Effect man noch durch theilweise oder vollständige Behandlung der Zeichnung mit Farben zu erhöhen bemüht ist. Zeichnungen dieser Art nennt man Prachtzeichnungen, und sie sind es auch in der That, wenn sie mit gehöriger Präcision ausgeführt werden. Dieselben setzen die größte Fertigkeit im Construiren der Schatten und im Tuschen voraus, sie sind sehr mühsam und erfordern daher auch viel Zeit, weßwegen man diese Manier, obwohl sie früher fast ausschließlich aller andern angewendet wurde, jetzt nur mehr selten und bei größern zusammengesetzten, und viele kleine Theile enthaltenden Maschinen gar nicht mehr gebraucht, indem hiebei oft die wichtigsten Theile durch ungeheure Schattenmassen verdeckt werden, die, wollte man auch den Tusch glänzend schwarz auftragen, besonders in Hinsicht ihrer Abstände und Entfernungen von einander, dennoch nicht mehr herausgebracht werden können. Wir waren anfänglich bei der Bearbeitung dieses Werkes gesonnen, eine solche Zeichnung zu geben, allein es hat uns theils das Unpraktische dieser Zeichnungsart, theils die Beschränktheit bezüglich der Ausführung im Drucke hievon abgebracht.

§. 300.

Theilweise schattirte und mit Farben angelegte Zeichnungen.

Diese Manier ist diejenige, welche bei großer Deutlichkeit am wenigsten Mühe und Zeit erfordert; dieselbe ist praktisch und wird jetzt allgemein angewendet. Sie besteht darin, daß man sich zwar den dargestellten Gegenstand wie bei der vorigen Manier beleuchtet denkt, allein ohne Sklave der Regel zu seyn, nur die runden Theile leicht schattirt, und alle jene Schlagschatten ausläßt, welche nicht auf dem Gegenstand selbst sind oder nichts deutlich machen; oder man läßt alle Schlagschatten weg, ersetzt sie durch Schattenlinien und schattirt nur die runden Theile leicht, wobei man durchschnitten gedachte Stellen entweder bloß mit Farbe anlegt oder schraffirt, oder beides mit einander vereinigt. Diese letzte Manier ist uns nicht unbekannt; wir haben dieselbe bisher wie auf alle frühern orthogonalen Darstellungen, auch auf die beiden Musterzeichnungen Blatt 63 und 64 angewendet. Man bemerkt bei diesen, daß nebst den durchschnittenen Stellen auch solche, besonders runde Theile mit Farbe angelegt sind, welche man sich nicht durchschnitten gedacht hat; man lavirt hier die Farben in den schattirten Stellen, wie dieses mit dem Tusche geschieht,

aber erst dann, wenn schon alles schattirt ist. Wenn die Farben leicht aufgetragen und nur für solche Theile angewendet werden, welche nicht von zu großer Ausdehnung sind, so trägt es viel zur Deutlichkeit und selbst zur Schönheit einer Zeichnung bei. Die durchschnittenen Stellen werden mit Farbe angelegt, wenn alle Contouren ausgezogen sind, und alles schattirt ist, vorausgesetzt daß mit dem Pinsel schattirt wurde, worauf dann die Schattenlinien gezogen, und, wo es geschehen soll, die durchschnittenen Stellen schraffirt werden. Das Schattiren mittelst Schraffuren, wie es hier und in allen übrigen Platten wegen der Beschränktheit des Druckes angewendet werden mußte, erfordert viele Uebung, Fleiß und Aufmerksamkeit, bis man es zu einer gewissen Fertigkeit bringt, weßwegen man bei Handzeichnungen das Schattiren mit dem Pinsel gewöhnlich vorzieht; wendet man aber ersteres gleichzeitig mit Farben an, wie hier, so muß die Farbe zuerst aufgetragen und lavirt werden; indem, wenn es umgekehrt geschieht, sich der schwarze Tusch auflöst und mit der Farbe vermischt, wodurch dann andere als die gewünschten Farben, oder doch sehr schmutzige Töne zum Vorschein kommen. Gefällig, wenig Zeit raubend und vorzüglich sich eignend für Zeichnungen in sehr kleinen Maßstäben, besonders für Dispositions-Zeichnungen, ist eine Manier, welche Verfasser seit zwei Jahren in der königl. polytechnischen Schule hier eingeführt und bereits Anklang bei Behörden und Privaten gefunden hat. Dieselbe besteht darin, daß man ohne Anwendung von Tusch-Schattirungen nur mit Reißfeder uud Farben, durch welche das Material der verschiedenen Theile angezeigt wird, schattirt.

Um die Materialien, aus welchen einzelne Maschinentheile bestehen, ohne Anwendung von Farben, bloß aus der schraffirten durchschnittenen Stelle erkennen zu können, hat man bestimmte, jetzt allgemein befolgte Bezeichnungsweisen festgesetzt, nach welchen Gußeisen am dunkelsten durch die engsten Schraffuren, Schmiedeisen durch weitere etwas leichtere, und Messing und Kupfer am leichtesten durch die weitesten Schraffuren angedeutet werden; Holz wird entweder durch dickere, doch lichte Schraffuren, oder durch seine Textur (Längenfasern und Jahrringe), Natursteine oder Mauern aus Quadern werden durch unterbrochene Schraffuren, künstliche Steine und Backsteinmauern durch ihren Fugenverband bezeichnet. Für sonstige Materialien hat man keine bestimmten Bezeichnungsarten festgesetzt, indem dieselben meist aus ihren Formen und dem Zweck, zu welchem sie dienen, leicht abgeleitet und erkannt werden. In perspectivischen, so wie in einfach und doppeltschiefen Darstellungen dürfen keine Schattenlinien gezogen werden, indem dieselben nichts deutlicher machen, und den Effect statt zu erhöhen, nur stören würden. Dieselben werden entweder in voller

Haltung mit Tusch schattirt und mit Farben behandelt, oder läßt man wie in Fig. 13 und 14 Blatt 62 die Zeichnungen nur in Contouren, so kann man, was selbst auf orthogonale Darstellungen mit gutem Erfolge ausgedehnt wird, die Contouren weiter entfernt liegender Theile schwächer halten oder mit blassem Tusche ausziehen, als die nähern.

Somit sey nun die zweite Auflage dieses Werk mit dem Wunsche geschlossen, dasselbe möge sich einer gütigen Aufnahme bei dem technischen Publicum zu erfreuen haben und vielfachen Nutzen gewähren.

München, am 9. December 1852.

Sebastian Haindl.

Anhang.

Verzeichniß

des Gewichtes der vom Verfasser ausgeführten und in diesem Werke aufgenommenen gußeisernen und messingenen Maschinentheile.

Gezeichnet auf Blatt	Gezeichnet auf Figur	Benennung der Theile.	Gewicht bayerisch. Ctr.	Gewicht bayerisch. Pfd.
		Zapfen.		
2	12	Gußeiserner Blattzapfen	1	14
"	18	Vierflügeliger gußeiserner Ringzapfen .	1	80
"	13	Schmiedeiserner Blattzapfen . . .	—	61½
"	15	Schmiedeiserner vierflügeliger Blattzapfen	3	54
"	16	Schmiedeiserner Krummzapfen . . .	3	10
"	19	Gußeiserner dreiflügeliger Ringzapfen . .	—	27
8	42	Vierflügeliger Ringzapfen	—	25
		Zapfenlager.		
8	42	Pfannengehäuse	—	18
"	"	Die messingene Pfanne roh vom Gusse .	—	6
"	43	Pfannenträger	—	57
"	"	Die messingene Pfanne roh vom Gusse	—	7½
"	25	Balancier-Docke	2	15
"	36	detto detto	1	23
"	"	Messingene Anwellen dazu, zwei in einem		
"		Stücke gegossen	—	5
5	12	Zapfenlagergehäuse	—	42
"	"	Die zwei metallenen Anwellen, beide in einem		
"		Stücke gegossen, roh vom Gusse . .	—	19¼
"	3	Offenes Zapfenlagergehäuse	—	42
"	"	Das metallene Anwell	—	11
"	7	Geschlossenes kleines Lager	—	5
"	8	Lager mit Deckel	—	5
7	25	Größeres Hänglager	2	67
"	"	Die messingenen Anwellen in einem Stücke		
"		roh vom Gusse	—	12¾
"	28	Schwebendes Lager	—	75
"	"	Die messingenen Anwellen in einem Stücke	—	7
"	26	Kleines Hänglager	1	13
"	"	Die messingenen Anwellen zwei in einem Stücke	—	8½
8	46	Pfannenträger	1	21
"	"	Die messingene Pfanne	—	4

Gezeichnet auf Blatt	Figur	Benennung der Theile.	Gewicht bayerisch. Ctr.	Pfd.
		Zahnräder.		
15	48-50	Vierarmiges Getriebe	1	—
"	46 u. 47	Kleines volles Getriebe	—	39
16	71	Stirnrad mit sechs Armen . . .	7	—
17	103 u 104	Radflantschen zwei Stücke zusammen .	1	8
		Conische Räder.		
19	147 u. 148	Kleines conisches Rad	1	38
"	119-121	Sechsarmiges Rad mit 48 hölzernen Kämmen	4	70
"	"	detto Getriebe mit 36 Kämmen .	2	70
		Transmission der Bewegung von einem Wasserrade aus in der Brudermühle.		
21	1-3	Vierflügeliger Ringzapfen der Wasserradwelle	3	47
"	"	Offenes Zapfenlagergehäuse . . .	—	47
"	"	Dessen Anwellen	—	11
"	"	Großes, an der Wasserradwelle befindliches conisches Rad mit hölzernen Kämmen .	11	75
"	"	Pfannenträger der Königswelle . . .	3	85
"	3-7	Dessen Pfanne	—	13
"	1-4	Hohle Königswelle	3	75
"	1-3	Conisches Getriebe	1	27
"	1-5	Verticales Stirnrad mit hölzernen Kämmen	23	74
"	6	Halsband	—	17
22	1 u. 2	Laufrad	—	12
—	19-21	Leitrolle	—	7½
		Transmission der Bewegung mittelst hohler Wellen in der Brudermühle bei München.		
24	1-6	Von den hohlen horizontalen Wellen wiegt der laufende Fuß mit den Verbindungen	—	17
"	1 u. 2	Halsband n der Königswellen	—	42
"	1 u. 2	Hänglager l	2	35
26	8 u. 9	Klauenmitnehmer LM	—	34
"	32-38	Gußtheile der Aushebvorrichtung . .	—	70
"	"	Die Schmiedeisentheile	—	27
"	23 u. 24	Klauenmitnehmer LM, Kurbeln und Balanciers	—	27
28	28 u. 29	Doppelte Kurbel aus Schmiedeisen für ein Cylindergebläse	4	54
"	42-49	Balancier A von Gußeisen für ein Cylindergebläse.	2	44
		Schwungräder.		
37	5	Kleines Schwungrädchen für verschiedene Modelle	—	—⅞
"	6	Kleines Schwungrädchen für verschiedene Modelle	—	1
"	9	Drehbank=Schwungrad	—	38
"	10	Schwungrad einer Getreide=Schrotmaschine	—	87

Inhalts-Verzeichniß.

Einleitung.

Elemente der Maschinen.

Erste Abtheilung.

Die Schrauben.

Zweite Abtheilung.

Wellen, Zapfen und Zapfenlager.

Dritte Abtheilung.

Holzverbindungen.

Vierte Abtheilung.

Verzahnungen.

Fünfte Abtheilung.

Rollen und Scheiben mit Schnüren, Bändern und Ketten.

Sechste Abtheilung.

Kuppelungen.

Siebente Abtheilung.

Auslösungen.

Achte Abtheilung.

Kurbeln, Balanciers und Zugstangen, dann Gestänge.

Neunte Abtheilung.

Verwandlung der Bewegungen.

Zehnte Abtheilung.

Hemmungen.

Eilfte Abtheilung.

Schwungräder.

Zwölfte Abtheilung.

Wasserräder.

Dreizehnte Abtheilung.

Röhren-Verbindungen und Verzweigungen, dann Theilungs-Röhren.

Vierzehnte Abtheilung.

Compensations-Vorrichtungen, Stopfbüchsen und Hähne.

Fünfzehnte Abtheilung.

Ventile und Kolben.

Aufnahme von Maschinen.

Anhang.

Alphabetisches Inhalts-Verzeichniß.

A.

B.

C.

D.

Druckfehler.

Seite VII Zeile 17 v. u. lies: Armengaud statt Armangaud.
" 3 " 15 v. o. " Stopfbüchsen und Hähne.
" 5 " 12 v. u. " Schablone statt Chamblone.
" 5 " 5 u. 3 v. u. " Schablone statt Chamblone.
" 7 " 2 v. u. " Fig. 4 statt Fig. 1.
" 17 " 12 v. o. " dreifachen statt dreifach.
" 18 " 4 v. o. " einfachen statt einfach.
" 25 " 11 v. u. " Splete statt Splinte.
" 35 " Haken statt Hacken.
" 44 " 11 v. u. " vierflügeligem statt vierflügeligen.
" 44 " 10 v. u. " Kreuzzapfen statt Krenzzapfen.
" 44 " 12 v. o. " guten statt und sich als gut bewährten.
" 45 " 7 v. o. " Düppel statt Düpel.
" 45 " 10 v. o. " Düppeln statt Düpeln.
" 46 " 2, 5, 7 v. o. " Haken statt Hacken.
" 46 " 10 v. o. " des Zapfens B^2 statt des Zapfens B.
" 49 " 19 v. u. " Cylindrische statt Cylindrisch.
" 52 " 12 v. u. " cylindrischem statt cylidrischem.
" 63 " 8 v. o. " a) Lager statt Lager.
" 63 " 6 v. u. " dienen, die statt dienen, während die.
" 86 " 6 v. u. " Fig. 49 statt Fig. 39.
" 92 u. 94 " Verhakungen statt Verhackungen.
" 94 u. 95 " Haken statt Hacken.
" 101 " 16 v. u. " Bohlen statt Bollen.
" 125 " 16 v. o. " Um die Deutlichkeit zu erhöhen, wurden die Räder auf diesem Blatte mit Farben angelegt, ohne jedoch durch die Farbe das Material bezeichnen zu wollen.
" 126 " 4 v. u. " beschriebene statt beschreibende.
" 129 " 16 v. u. " Wälzungskreis statt Grundkreis.
" 133 " 19 u. 21 v. u. " unsymmetrische statt symmetrische.
" 154 " 1 v. o. " cylindrische statt clyndische.
" 160 " 7 v. u. " Durchschnitt statt Durchschritt.
" 202 " 3 v. u. " Fig. 5—7 ist ꝛc. statt Fig. 5—7 unten links ist ꝛc.
" 204 " 10 v. o. " Fig. 10 statt Fig. 11.
" 204 " 15 v. u. " Art statt Arte.
" 204 " 11 v. u. " treffen statt treten.
" 206 " 16 v. o. " ab statt cd.
" 209 " 13 v. o. " hf statt he
" 210 " 2 v. u. " fg statt eg.
" 211 " 13 v. o. " in einem Durchschnitte statt einen Durchschnitt.
" 211 " 14 v. o. " einer horizontalen statt eine horizontale.
" 212 " 3 v. o. " Blatt 27—31 statt Blatt 27.

Seite	226	Zeile	1 v. o.	lies:	Bl. 28 statt Bl. 55.
"	231	"	4 v. u.	"	oo statt OO.
"	249	"	7 v. u.	"	Fig. 16 statt Fig. 1.
"	275	"	1 v. o.	"	Bl. 34 statt Bl. 33.
"	289	"	4 v. o.	"	Sperrräder mit Sperrklinken statt Sperrräder oder Sperrklinken.
"	290	"	2 v. u.	"	Tatze statt Schubtatze.
"	324	"	1 v. o.	"	Bl. 36 statt Bl. 56.
"	333	"	20 v. u.	"	größere wird, als wenn man statt: größere ist.
"	334	"	19 v. o.	"	Stanzmaschine statt Stangmaschine.
"	334	"	18 v. u.	"	Fig. 14—16 u. Blatt 38 Fig. 17—50 statt Fig. 14—18 u. Blatt 38 Fig. 19—50.
"	354	"	15 v. o.	"	Fig. 18 statt Fig. 6.
"	362	"	7 v. o.	"	Unterschlächtiges statt Unterschlächtige.
"	364	"	17 v. o.	"	50 statt 53.
"	365	"	16 v. u.	"	Fig. 57—60 statt Fig. 57.
"	382	"	11 v. u.	"	53 statt 54.
"	383	"	3 v. o.	"	ausübenden statt ausubenden.
"	399	"	7 v. u.	"	N statt F.
"	400	"	14 v. u.	"	Fig. 195 statt 193.
"	400	"	13 v. u.	"	E statt F.
"	400	"	5 v. u.	"	rauten- statt runden.
"	423	"	6 v. o.	"	wurden."
"	423	"	11 v. o.	"	„Die.
"	449	"	17 v. o.	"	K statt G.
"	449	"	21 v. o.	"	welche statt welcher.
"	456	"	4 v. o.	"	Turbine aus Weisbach's Mechanik, II. Auflage.
"	460	"	19 v. o.	"	64 statt 66.
"	460	"	17, 16, 6 v. u.	"	J' statt I.
"	460	"	14 v. u.	"	bewirken statt verhüten.
"	461	"	12 v. o.	"	271 und 272 statt 270—272.
"	461	"	12 v. u.	"	endigen statt endiget.
"	461	"	8 v. u.	"	geht, statt geht.
"	463	"	5 v. u.	"	und $\varkappa$ der in den Radcanälen;
"	464	"	12 v. u.	"	$\varkappa$ statt x.
"	464	"	5, 4, 3 v. u.	"	ν statt v.
"	470	"	13 v. u.	"	an den Ständern F; statt an dem Ständer F^1.
"	471	"	6 v. u.	"	André de Thann.
"	486	"	5 v. o.	"	Röhrenverbindungen statt Röhrenverbindung.
"	517	"	4 v. u.	"	Brahma statt Bramah.
"	518	"	1, 5 u. 12 v. u.	"	Brahma statt Bramah.
"	547	"	16 u. 17 v. u.	"	Brahma statt Pramah.
